

MIRA-T

Milieurapport Vlaanderen

Focusrapport

'07

Vlaamse Milieumaatschappij

VLAAMSE MILIEUMAATSCHAPPIJ

113856

Milieurapport Vlaanderen **MIRA-T 2007** Focusrapport

Stuurgroep

Voorzitter:

Rudi Verheyen (UA)

Secretaris:

Philippe D'Hondt (VMM)

*Leden voor de Vlaamse Raad
voor Wetenschapsbeleid:*

Patrick Meire (UA)

Chris Vinckier (K.U.Leuven)

*Leden voor het College van
Secretarissen-generaal:*

Veerle Beyst (Studiedienst Vlaamse
Regering)

Ludo Vanongeval (Departement LNE)

*Leden voor de Milieu- en Natuurraad
Vlaanderen:*

Dirk Uyttendaele (Minaraad)

Jan Turf (Bond Beter Leefmilieu vzw)

*Leden voor de Sociaal-Economische
Raad van Vlaanderen:*

Annemie Bollen (SERV)

Peter Van Humbeeck (SERV)

Onafhankelijke deskundigen:

Rik Ampe (VITO)

Jeroen Cockx (Departement LNE)

Myriam Dumortier (NARA, INBO)

Rudy Herman (Departement EWI)

MIRA-team, VMM

Marleen Van Steertegem, projectleider,
*is verantwoordelijk voor de inhoudelijke
sturing en verzorgde de eindredactie van
MIRA-T 2007 Focusrapport.*

Myriam Bossuyt

Johan Brouwers

Caroline De Geest

Hanne Degans

Stijn Overloop

Bob Peeters

Lisbeth Stalpaert

Barbara Tieleman

Hugo Van Hooste

Reinout Van Loon

Erika Vander Putten

*zorgden voor de inhoudelijke opvolging
en redactie van de verschillende
hoofdstukken.*

Sofie Janssens en Marina Stevens

*zorgden voor de administratieve
ondersteuning.*

113856

Milieurapport Vlaanderen

MIRA-T 2007 Focusrapport

Overhandigd op 14 december 2007 aan Hilde Crevits,
Vlaams minister van Openbare Werken, Energie, Leefmilieu en Natuur

Marleen Van Steertegem, eindredactie

Marleen Van Steertegem (eindredactie)

MILIEURAPPORT VLAANDEREN

MIRA-T 2007

FOCUSRAPPORT

Leuven

LannooCampus, 2007

296 blz., 24,5 cm

D/2007/45/609

ISBN 978 90 209 7646 5

NUR 973/943

© Vlaamse Milieumaatschappij en

Uitgeverij Lannoo nv

Alle rechten voorbehouden. Overname van gedeeltes van de tekst in publicaties met een educatief of wetenschappelijk doel is toegestaan mits bronvermelding.

Wijze van citeren: MIRA-T 2007 Focusrapport (2007) Marleen Van Steertegem (eindred.), Milieurapport Vlaanderen, Vlaamse Milieumaatschappij en LannooCampus.

LannooCampus

Naamsesteenweg 201

B-3001 Heverlee-Leuven (België)

www.lannoocampus.be

Opmaakvoorbereiding:

Sofie Janssens en Marina Stevens, MIRA, VMM

Vormgeving en omslagontwerp:

Kaat Flamey, Cayman

Opmaak:

Yvan De Badrihay, Vanden Broele | Grafische Groep

Gezet uit:

Vista Sans

Illustraties:

Henk Deleye, Pieter Hoornaert, Bert Van Belle, Vanden Broele | Grafische Groep

Taalnazicht:

Stein Pée

Gedrukt op 100 % post-consumer gerecycleerd papier, chloorvrij en zonder optische witmakers.

Woord Vooraf

Van bij de aanvang van de milieuraapportering in Vlaanderen in 1994, hebben we gekozen voor een brede samenwerking, in de overtuiging dat kennisproductie een participatief proces is. Beleid heeft nood aan kwalitatief hoogstaande en relevante informatie en die komt het meest succesvol tot stand door een co-productie tussen wetenschappers, overheid, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties.

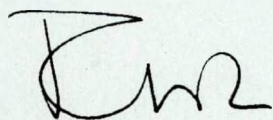
Participatie is echter geen doel op zich maar een middel om de kwaliteit van de kennis en het draagvlak ervoor te garanderen. Hoe meer de kennis onzeker is – wat dikwijls het geval is voor milieu-informatie – hoe groter de nood aan participatie, omdat dit resulteert in veelsoortige kennis en creatieve oplossingen.

Samenwerken is ook een continu leerproces en dit is sinds de start van MIRA steeds verder geëvolueerd. Hierdoor zijn de doelstellingen van het MIRA-proces duidelijker geformuleerd en gebeurt de samenwerking professioneler.

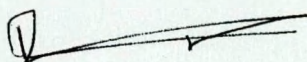
Mensen deelgenoot maken van het totstandkomingsproces speelt, ook bij deze editie van het jaarlijkse MIRA-T Focusrapport, een cruciale rol. Meer nog dan in de vroegere milieuraapporten vraagt de analyse van knelpunten van het beleid – wat het onderwerp is van het focusrapport – de inzet van alle beschikbare kennis in Vlaanderen (en soms daarbuiten).

Maar niets voor niets: participatie vraagt veel tijd, inzet en menskracht. We willen dan ook iedereen bedanken die op een of andere manier meegewerkt heeft aan deze nieuwe editie van het focusrapport. In het bijzonder danken we de auteurs voor het inbrengen van de meest recente wetenschappelijke kennis, de lectoren voor hun kritische commentaren en het MIRA-team dat ook deze keer met veel overgave zorg heeft gedragen voor het procesbeheer.

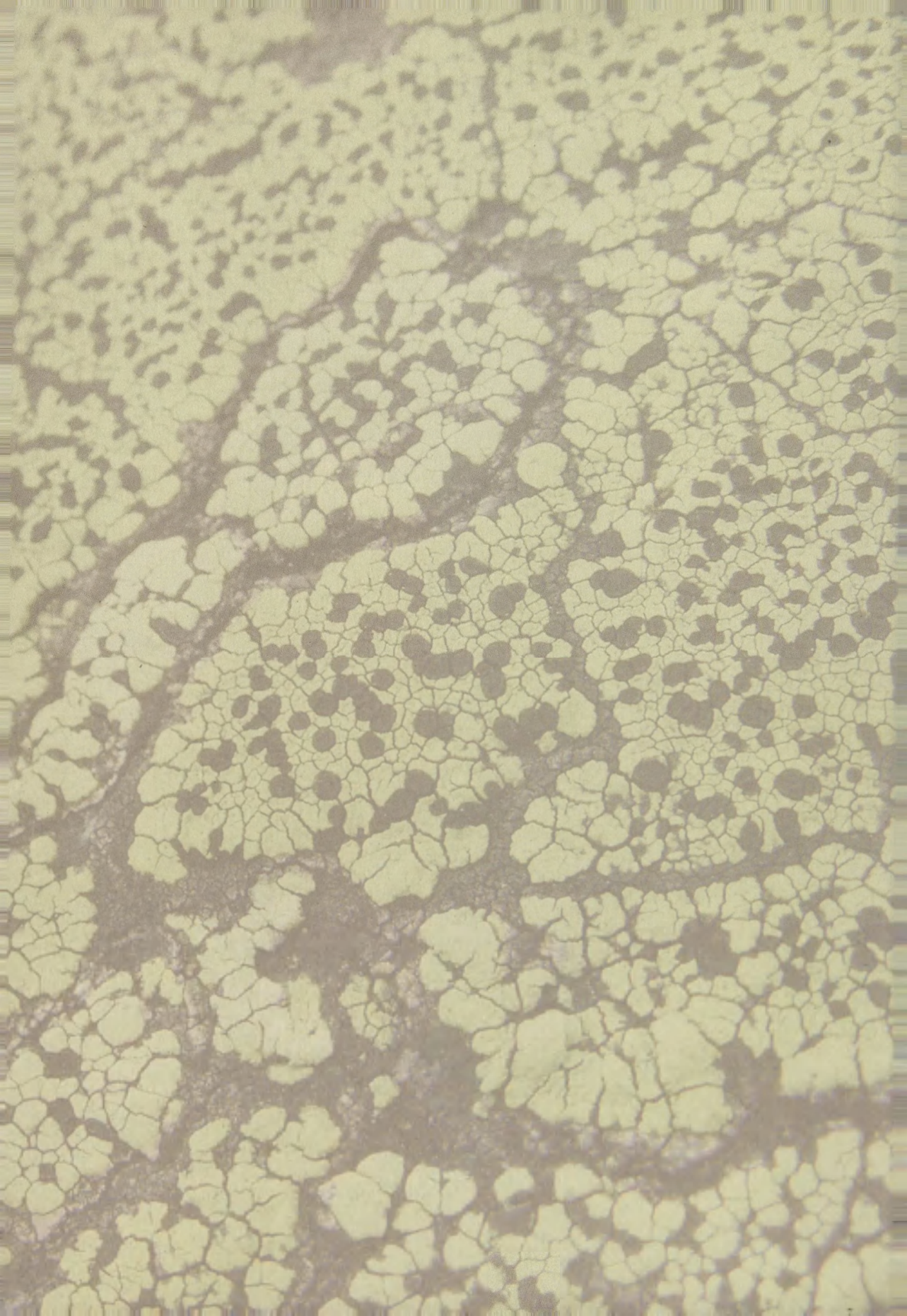
Participatie is ten slotte ook nodig bij het verspreiden van de milieuboodschap en de onderbouwende kennis. We willen daarom de hoop uitspreken hiervoor ook een beroep te kunnen doen op u als lezer en gebruiker van deze nieuwe editie van het focusrapport.



Frank Van Sevenscoten
Administrateur-generaal VMM



Rudi Verheyen
Voorzitter Stuurgroep MIRA



Inhoudsopgave

Samenvatting	9
Inleiding	15
1 Energiegebruik <i>Een duurzame uitdaging</i>	18
1.1 Energiebeschikbaarheid	20
1.2 Totaal energiegebruik	25
1.3 Energie-intensiteiten	29
1.4 Verborgene energiegebruik en daaraan gerelateerde emissies	34
2 Industrie <i>Eco-efficiënter produceren met toenemende aandacht voor milieuzorg en duurzaamheid</i>	40
2.1 Eco-efficiëntie van de industrie en de deelsectoren	42
2.2 Milieuzorg en milieuzorgsystemen	56
2.3 Duurzame bedrijventerreinen	60
3 Landbouw <i>Milieudruk vraagt om brede waaier maatregelen</i>	66
3.1 Milieudruk en eco-efficiëntie van de landbouw	68
3.2 Bodemverlies door het rooien van gewassen	78
3.3 Co-existentie tussen transgene en niet-transgene maïs	82
4 Transport <i>Beleidsaandacht nodig voor milieudruk van lucht- en zeevaart</i>	94
4.1 Luchtvaart en emissies	96
4.2 Zeevaart en emissies	102
4.3 Belang van emissieregelgeving voor internationale modi	110
5 Milieugevaarlijke stoffen en gezondheid <i>Op zoek naar relaties tussen concentraties en effecten</i>	120
5.1 Milieugevaarlijke stoffen in milieucompartimenten en voeding	122
5.2 Milieugevaarlijke stoffen in de mens	134
6 Hinder <i>Verschillende wegen voor aanpak van hinder door wegverkeer</i>	146
6.1 Hinder door wegverkeer	148
6.2 Maatregelen wagenpark	157
6.3 Maatregelen infrastructuur	163
6.4 Maatregelen ruimtelijke ordening	168

7	Kwaliteit oppervlaktewater <i>Druk op oppervlaktewater daalt, maar onvoldoende</i>	174
7.1	Zuurstofbindende stoffen en nutriënten	176
7.2	Milieugevaarlijke stoffen	184
7.3	Uitbouw, werking en financiering van de openbare saneringsinfra-structuur	188
8	Waterhuishouding <i>Watervoorraden onder druk</i>	198
8.1	Beschikbaarheid van water in Vlaanderen	200
8.2	Grondwatersystemen: toestand en druk	206
9	Bodem <i>Verontreiniging en afdichting bedreigen de bodem</i>	216
9.1	Bodemverontreiniging	218
9.2	Bodemafdichting	232
10	Ioniserende straling <i>Waar naartoe met radioactief afval?</i>	238
10.1	Splijtstofcyclus en overzicht stralingsdosis in Vlaanderen	240
10.2	Productie en tijdelijke opslag van radioactief afval in België	244
10.3	Berging van radioactief afval	248
10.4	Toekomstperspectief radioactief afval	254
11	Milieu en natuur <i>Anticiperen op klimaatverandering en invasieve soorten</i>	258
11.1	Verlies van biodiversiteit	260
11.2	Belangrijkste oorzaken van het verlies van biodiversiteit	263
11.3	Bijkomende bedreigingen voor de biodiversiteit	265
Bijlagen		271
	Afbakening van de sectoren in MIRA-T 2007	272
	Begrippen	273
	Afkortingen	283
	Scheikundige symbolen	287
	Eenheden	288
	Voorvoegsels eenheden	289
	Afspraken cijferweergave	289
	Index	290

Samenvatting

Marleen Van Steertegem, projectleider MIRA, VMM

Energiegebruik: een duurzame uitdaging

Sinds 1990 nam het bruto binnenlands energiegebruik – de energiestroom die meestal als basis dient voor de evaluatie van het energiegebruik van een land of regio – bijna jaarlijks toe. In 2006 gebruikte Vlaanderen 37,1 % meer energie dan in 1990. Die stijging is terug te vinden in alle sectoren, met uitzondering van de landbouw. De energie-intensiteit daarentegen, dat is het energiegebruik per eenheid van activiteit, lag in 2006 0,5 % lager dan in 1990 en 6 % lager dan in 2000. Dat wijst op een dalende energie-afhankelijkheid van de sectoren. Inspanningen op vlak van rationeel energiegebruik leverden dus (voorzichtig) resultaat op, maar verdere inspanningen blijven nodig om de Europese doelstellingen van het energie- en klimaatbeleid te halen.

Naast een verbeterde energie-efficiëntie, nam de laatste jaren ook de productie van groene stroom sterk toe. In 2006 werd bijna de helft meer groene stroom geproduceerd dan in 2005. Groene stroom is met een aandeel van 2,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik de belangrijkste vorm van hernieuwbare energie in Vlaanderen. Milieuvriendelijke energieproductie uit hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling waren samen goed voor 16,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. Om de doelstelling voor Vlaanderen te halen moet dat aandeel tegen 2010 verder toenemen tot 25 %.

Ongeveer 84 % van de broeikasgasuitstoot in Vlaanderen is een direct gevolg van het energiegebruik. Bovenop die verbrandingsemissies moet rekening gehouden worden met 10 à 15 % extra emissies ten gevolge van winning, raffinage, transport en distributie van de brandstoffen. Die emissies grijpen gedeeltelijk buiten Vlaanderen plaats. Bij toewijzing van die broeikasgasemissies aan de eindgebruikers van fossiele brandstoffen samen met een verschuiving van de broeikasgasemissies bij elektriciteitsproductie naar de eindgebruikers van elektriciteit, neemt het aandeel van industrie in de energiegebonden broeikasgasemissies toe van 21 % tot 37 % en stijgt het aandeel van de huishoudens boven dat van transport.

Industrie: eco-efficiënter produceren met groeiende aandacht voor milieuzorg en duurzaamheid

In de periode 1995-2006 nam de productie-index van de industrie, een conjunctuurindicator die de evolutie van de industriële productie registreert, toe met 31 %. Ook het energetisch energiegebruik nam toe, maar minder snel, wat wijst op een relatieve ontkoppeling met de industriële productie. Voor drukparameters zoals verzurende en vermestende emissie werd een absolute ontkoppeling genoteerd. Ook de uitstoot van stoffen met (eco)toxische eigenschappen nam af.

In welke mate die eco-efficiëntieverbeteringen te danken zijn aan de toename van het aantal bedrijven met milieuzorgsystemen is nog niet duidelijk, maar feit is dat tussen 1999 en 2006 het aantal bedrijven met een gecertificeerd milieuzorgsysteem, zoals ISO-14001 of het strengere EMAS, vervijfvoudigde. Ook duurzame bedrijventerreinen blijken mogelijkheden aan te reiken om de eco-efficiëntie (verder) te verbeteren, maar performantiecijfers ontbreken voorlopig nog.

Landbouw: milieudruk vraagt om brede waaier maatregelen

Ook de landbouwsector slaagde erin zijn eco-efficiëntie te verbeteren. Met uitzondering van erosiegevoeligheid vertonen de drukindicatoren een dalende trend tegenover een stijgende landbouwproductie (uitgedrukt in bruto toegevoegde waarde). De schaalvergroting van de bedrijven en de sinds 2000 krimpende veestapel hebben de dalende trend van brongebruik en emissies verder versterkt.

De glastuinbouw is met een aandeel van 61 % de grootste energiegebruiker. Tegen 2013 moet 75 % van het energiegebruik in de glastuinbouw afkomstig zijn van het milieuvriendelijkere aardgas, in 2006 bedroeg dat 30 %. Gemengde landbouwbedrijven gebruiken de meeste bestrijdingsmiddelen, gevolgd door tuinbouw in open lucht, die de grootste gebruiker wordt wanneer het gebruik gewogen wordt naar ecotoxiciteit en verblijftijd in het milieu. De doelstelling om tegen 2005 de druk op het waterleven door het gebruik van bestrijdingsmiddelen met de helft te verminderen, werd in 2003 gehaald, maar sindsdien is de druk opnieuw gestegen door de verkoop van middelen met een zeer hoge toxiciteit.

Bodemerrosie door water en landbewerking krijgen al beleidsaandacht, maar bodemverlies door het rooien van gewassen veel minder. Nieuwe cijfers tonen aan dat er meer bodem van de akkers verdwijnt met de oogst dan de hoeveelheid bodem die door watererosie in de waterlopen terecht komt. De hoogste bodemverliezen komen voor in zuidelijk Vlaanderen, waar ook de watererosie het grootst is.

Co-existentie van transgene en niet-transgene gewassen is moeilijk in het versnipperde Vlaanderen.

Transport: beleidsaandacht nodig voor milieudruk van lucht- en zeevaart

Vlaanderen is een belangrijke logistieke draaischijf van Europa. De groeiende lucht- en zeevaart zorgen ook voor een stijgende milieudruk in Vlaanderen. De emissies van de internationale lucht- en zeevaart worden momenteel nog niet meegenomen in het Kyoto-protocol of in de Europese Richtlijn Nationale Emissiemaxima (NEM-richtlijn). Door de toenemende omvang van deze emissies dringt beleidsintegratie zich echter op. Zo staan de internationale lucht- en zeevaart op de agenda van de onderhandelingen voor het post-Kyotobeleid (na 2012).

Wegverkeer mag dan de belangrijkste emissiebron zijn van de sector transport in Vlaanderen, het aandeel van lucht- en zeevaart is voor de meeste polluenten gestegen tussen 2000 en 2005. Dat komt niet alleen door de sterkere stijging in de activiteiten

van lucht- en zeevaart maar ook door de strengere wetgeving voor wegverkeer. In 2005 was zeevaart verantwoordelijk voor het overgrote deel van de SO₂-emissies en een aandeel van 21 % in de totale NO_x-uitstoot. De CO₂-emissies van de luchtvaart hadden een aandeel van 7 % in de totale uitstoot van Vlaanderen, voor zeevaart was dat 6 %. Goederenvervoer per schip is meer energie-efficiënt dan per vliegtuig, zowel op korte afstanden als op lange afstanden. De meest waarschijnlijke optie voor een toekomstig Europees beleid voor luchtvaart en klimaat is de integratie in het Europese Emissie-handelsstelsel (EU-ETS). De optie om scheepvaart mee te nemen in ETS vraagt verder onderzoek.

Milieugevaarlijke stoffen en gezondheid: op zoek naar relaties tussen concentraties en effecten

In de buitenlucht worden de normen voor zware metalen gehaald, uitgezonderd in enkele aandachtsgebieden in de omgeving van non-ferro- en staalbedrijven. De concentraties van dioxines dalen verder, die van PAK's fluctueren. Niet enkel de buitenlucht maar ook de binnenlucht is een belangrijke blootstellingsroute voor milieugevaarlijke stoffen. Zo werden de richtwaarden voor formaldehyde en benzeen overschreden in meer dan 85 % van de onderzochte lucht in woon- en slaapkamers.

De resultaten van het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (VHBP) bevestigden de opstapeling van toxische stoffen in het menselijke lichaam. Ook bij de vierde moedermelkcampagne van WGO (2006) werden hogere PCB-concentraties aangetroffen naarmate de moeders ouder waren. Vroegere studies noteerden wel hogere meetwaarden, wat wijst op een dalende belasting. Een van de meest opvallende vaststellingen van het VHBP zijn de verhoogde biomarkerwaarden in landelijke gebieden zowel bij pasgeborenen, jongeren als volwassenen. Verder onderzoek moet daarvoor een verklaring vinden. Bij personen met verhoogde concentraties van lood en cadmium in hun bloed werd er ook meer astma en hooikoorts aangetroffen.

Hinder: verschillende wegen voor aanpak van hinder door wegverkeer

In Vlaanderen is wegverkeer een belangrijke bron van geluids-, geur- en lichthinder. Een enquête in 2004 toonde aan dat bijna 12 % van de respondenten ernstig tot extreem gehinderd was door (straat)verkeersgeluid. Recentere gegevens zijn niet beschikbaar. Voertuigen zijn wel stiller geworden, maar de groeiende transportstromen hebben ertoe geleid dat de blootstelling en de hinder door geluid niet afgenomen zijn. Aanpassingen aan voertuigen (o.a. banden) en wegbedekking kunnen de blootstelling nog verder doen dalen.

Modelberekeningen toonden aan dat 27 % van de bevolking potentieel gehinderd is door de geur van wegverkeer en dat 11 % van Vlaanderen geurbelast is. Zoals bij geluidshinder, zijn de geuremissies door wagens gedaald door Europese normen. Ook de 'verdieselijking' van het wagenpark (met minder uitstoot van vluchtige organische stoffen) en veranderingen in de benzinesamenstelling zorgden voor een lagere geuremissie.

Lichthinder veroorzaakt procentueel het minste hinder maar kan verder worden aangepakt door product- en ontwerpaanpassingen en het (periodiek) doven van de verlichting. Bij benadering zorgt de wegverlichting in Vlaanderen voor genoeg licht om gans Vlaanderen te verlichten tot driemaal het vollemaanniveau.

Kwaliteit oppervlaktewater: druk op oppervlaktewater daalt, maar onvoldoende

De landbouw en de huishoudens hebben een veel groter aandeel in de belasting van oppervlaktewater met nutriënten en zuurstofbindende stoffen dan de industrie. Landbouw is de belangrijkste bron van stikstoflozingen naar het oppervlaktewater en de belasting vertoonde de laatste 10 jaar slechts een geringe daling. Huishoudens zijn de belangrijkste bron voor de zuurstofbindende stoffen CZV en BZV, en voor fosfor. De huishoudelijke belasting is sinds 1990 gestaag afgenomen door de uitbreiding van de openbare waterzuiveringsinfrastructuur. De druk op het oppervlaktewater door lozingen van bedrijfsafvalwater is in 2006 voor het eerst niet verder gedaald. Na een scherpe daling in de periode 1992-1994 nam de belasting verder af, maar minder snel. Er zal moeten blijken of er sprake is van een negatieve trendbreuk. De deelsectoren voeding, textiel en chemie zijn de belangrijkste lozers van nutriënten en zuurstofbindende stoffen.

12

De waterkwaliteit volgt een gelijkaardige evolutie als de belasting van het oppervlaktewater. De duidelijke verbetering in de jaren 90 zet zich de laatste jaren veel minder snel of zelfs helemaal niet meer door. Een nieuwe statistische analyse van de waterkwaliteitsgegevens bevestigde die conclusies. De belasting van het oppervlaktewater daalt te traag om de waterkwaliteit voldoende te verbeteren. Om de Europese en Vlaamse doelstellingen te halen, moeten ook de werking en het beheer van de openbare zuiveringsinfrastructuur verder verbeteren.

Waterhuishouding: watervoorraden onder druk

Vlaanderen heeft een lage waterbeschikbaarheid in vergelijking met andere Europese landen, vooral door de hoge bevolkingsdichtheid en het geringe neerslagoverschot. Probleem is echter dat de informatie over watergebruik en waterbeschikbaarheid niet volledig is. Wat betreft watergebruik dateert de meest recente informatie van 2003. Een nieuwe studie toonde wel aan dat het watergebruik in de landbouw in de periode 2000-2005 gedaald is, vooral door de inkrimping van de veestapel.

De grondwaterstand in veel diepe grondwaterlichamen is zeer laag, alhoewel de laatste jaren peilstijgingen genoteerd worden. Vooral het kwetsbare Sokkelsysteem blijft gekenmerkt door verdere peildalingen.

Bodem: verontreiniging en afdichting bedreigen de bodem

Bodemverontreiniging is een van de belangrijkste bodembedreigingen in Vlaanderen. Het bodem- en saneringsonderzoek zit op schema zoals vastgelegd in het Milieubeleidsplan 2003-2007. Ongeveer driekwart van de bodemverontreiniging is veroorzaakt door industriële en commerciële activiteiten, vooral door de energiesector en door de

industriële deelsectoren chemie en metaal. Het overige kwart wordt veroorzaakt door bv. stortplaatsen en opslag van mest. Na drie jaar grondverzetregeling in Vlaanderen blijkt dat van de 26 miljoen m³ jaarlijks onderzochte bodem, er ongeveer 2 % niet meer kan worden hergebruikt en moet worden gereinigd of gestort.

Herontwikkeling van brownfields laat toe om de sanering van verlaten en verontreinigde industrieterreinen te koppelen aan economische en/of stadsontwikkeling en kan vermijden dat open ruimte wordt aangesneden. Een inventaris van brownfields in Vlaanderen is niet beschikbaar. Kosten voor de herontwikkeling van brownfields kunnen hoog oplopen, dikwijls omdat de bodem moet worden gesaneerd.

De bebouwing in Vlaanderen neemt gestaag toe. In 2006 was 17,5 % van de kadastrale oppervlakte bebouwd, een toename met 1 % t.o.v. de toestand in 2005. Een volgens het kadaster bebouwd perceel is meestal niet volledig volgebouwd of afgedicht. Nieuwe cijfers over de werkelijke oppervlakte afdichting tonen aan dat 13,3 % van Vlaanderen is afgedicht. Dat cijfer ligt hoger dan de vroegere inschatting van 12 %, enerzijds door de verbeterde methode, anderzijds door de toename in bebouwing. Afdichting gebeurt op alle bodemtypes, maar wel iets minder op nattere types.

Ioniserende straling: waar naartoe met radioactief afval?

Het aandeel van kernenergie in de Belgische elektriciteitsproductie bedroeg in 2006 54,4 %, waarvan ongeveer de helft afkomstig van de vier kerncentrales in Doel. Volgens een Eurobarometerpeiling van 2005 is de meerderheid van de Europeanen bezorgd over de risico's van radioactief afval. Elk land is zelf verantwoordelijk voor zijn eigen radioactief afval, met inbegrip van de eindberging. In 2006 besloot de federale regering tot een oppervlakteberging van het kortlevende afval in Dessel. Voor het langlevende en hoogactieve afval is nog geen definitieve bergingskeuze gemaakt en gaat het onderzoek voor de Boomse klei als bergingsmedium verder.

Ongeveer de helft van de stralingsbelasting in Vlaanderen kan worden toegeschreven aan natuurlijke bronnen, de overige helft aan het gebruik van ioniserende straling in de geneeskunde. De bijdrage van kerncentrales en nucleaire bedrijven is bij normale werking zeer klein.

Een herziening van de federale kernuitstap die de sluiting van de kerncentrales met 20 jaar zou uitstellen, zou de uiteindelijk te bergen hoeveelheid hoogactief afval met ongeveer de helft verhogen. Het laag- en middelactief afval zou met 10 % toenemen. Ook voor nieuwe types kernreactoren – de generatie 4-reactoren – zal geologische berging van hoogactief afval nodig blijven. De benodigde lengte van de ondergrondse galerijen valt een factor drie kleiner uit dan voor de huidige centrales, maar de radiologische impact van het voortgebrachte afval is vrijwel gelijk.

Milieu en natuur: anticiperen op klimaatverandering en invasieve soorten

Zeldzame soorten van specifieke leefgebieden gaan erop achteruit terwijl meer algemeen voorkomende en stikstof- en warmteminnende soorten vooruitgaan.

Die vermindering aan variatie in de natuur is de meest zichtbare dimensie van het verlies van biodiversiteit in Vlaanderen. De belangrijkste oorzaken daarvan zijn zowel het verlies en de versnippering van de leefgebieden van planten- en diersoorten als vermesting. Met de huidige inspanningen zal de Europese doelstelling om het verlies aan biodiversiteit te stoppen tegen 2010 niet worden gehaald.

Naast deze gekende bedreigingen wijzen alle beschikbare gegevens erop dat de volgende decennia klimaatverandering en invasies van uitheemse soorten de biodiversiteit ernstig zullen bedreigen. Om de internationale doelstellingen te halen, moeten de oorzaken van de verschillende verstoringen nog grondiger worden aangepakt. Het is noodzakelijk dat voldoende grote natuurgebieden zorgvuldig worden beheerd en dat buiten de natuurgebieden een basisnatuurkwaliteit wordt gegarandeerd.

In Vlaanderen bevindt zich slechts 4 % van de habitats en 27 % van de soorten opgenomen in de Europese Habitatrichtlijn in de opgelegde gunstige staat van instandhouding. De toestand in het water is daarbij slechter dan op het land. De juridische bescherming en de instandhoudingsmaatregelen volstaan niet om die habitats en soorten te beschermen. De afbakening van 125 000 ha Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en 150 000 ha natuurverwevingsgebied zit achter op schema en tussen 2003 en 2007 is er nog nauwelijks vooruitgang geboekt. Eind 2006 was 70 % VEN en 0,7 % natuurverwevingsgebied afgebakend.

Die vermindering aan variatie in de natuur is de meest zichtbare dimensie van het verlies van biodiversiteit in Vlaanderen. De belangrijkste oorzaken daarvan zijn zowel het verlies en de versnippering van de leefgebieden van planten- en diersoorten als vermesting. Met de huidige inspanningen zal de Europese doelstelling om het verlies aan biodiversiteit te stoppen tegen 2010 niet worden gehaald.

Naast deze gekende bedreigingen wijzen alle beschikbare gegevens erop dat de volgende decennia klimaatverandering en invasies van uitheemse soorten de biodiversiteit ernstig zullen bedreigen. Om de internationale doelstellingen te halen, moeten de oorzaken van de verschillende verstoringen nog grondiger worden aangepakt. Het is noodzakelijk dat voldoende grote natuurgebieden zorgvuldig worden beheerd en dat buiten de natuurgebieden een basisnatuurkwaliteit wordt gegarandeerd.

In Vlaanderen bevindt zich slechts 4 % van de habitats en 27 % van de soorten opgenomen in de Europese Habitatrichtlijn in de opgelegde gunstige staat van instandhouding. De toestand in het water is daarbij slechter dan op het land. De juridische bescherming en de instandhoudingsmaatregelen volstaan niet om die habitats en soorten te beschermen. De afbakening van 125 000 ha Vlaams Ecologisch Netwerk (VEN) en 150 000 ha natuurverwevingsgebied zit achter op schema en tussen 2003 en 2007 is er nog nauwelijks vooruitgang geboekt. Eind 2006 was 70 % VEN en 0,7 % natuurverwevingsgebied afgebakend.

Inleiding

Marleen Van Steertegem, projectleider MIRA, VMM

Driemaal is scheepsrecht. Dit is de derde editie van het MIRA-T Focusrapport. Met dit rapport willen we het verhaal achter de milieucijfers brengen.

MIRA-T staat voor de jaarlijkse toestandsbeschrijving van het leefmilieu in Vlaanderen op basis van de milieuthema's. De opdracht van een integrale milieuanalyse bleek in het verleden tot conflicten te leiden met de vraag naar een beknopte rapportering. Door de stapsgewijze evolutie naar een indicatorgebaseerde milieurapportering, vooral via de website maar toch ook nog altijd via het gedrukte Indicatorrapport, kwam er ruimte vrij voor een meer gespecialiseerd rapport met een kritische analyse van actuele onderwerpen. Daarmee was het focusrapport een feit. De selectie van de focussen verschilt van jaar tot jaar en richt zich op actuele topics die beleids- en/of mediabelangstelling genieten (of verdienen).

Het focusrapport is in de eerste plaats bedoeld voor de (milieu)beleidsbetrokkenen, maar wil ook voldoende toegankelijk zijn voor de geïnteresseerde burger.

Decretale opdracht Milieurapport Vlaanderen

De decretale opdracht van het *Milieurapport Vlaanderen (MIRA)* is drieledig:

- een beschrijving, analyse en evaluatie van de bestaande toestand van het milieu;
- een evaluatie van het tot dan toe gevoerde milieubeleid;
- een beschrijving van de verwachte ontwikkeling van het milieu bij ongewijzigd beleid en bij gewijzigd beleid volgens een aantal relevant geachte scenario's.

Bovendien moet aan het milieurapport een ruime bekendheid worden gegeven.

MIRA zorgt voor de wetenschappelijke onderbouwing van de milieubeleidsplanning in Vlaanderen. De toestandsstudie krijgt vorm in het jaarlijkse MIRA-T-rapport, met enerzijds het indicatorrapport en anderzijds het focusrapport. Daarin kunnen de beleidsmaker en de burger een antwoord vinden op de vragen hoe het met het milieu is gesteld, wat de onderliggende oorzaken zijn en hoe de milieutoestand kan worden verbeterd. In 2000 werd het eerste scenario-rapport gepubliceerd, MIRA-S 2000, de volgende editie van de toekomstverkenning is gepland voor 2009. Het eerste beleidsevaluatierapport (MIRA-BE) verscheen in 2003, de derde editie in 2007.

Elf hoofdstukken met telkens verschillende focus(sen)

Sommige milieuproblemen gaan al een tijd mee en zijn inhoudelijk goed geanalyseerd, andere zijn recent en komen pas nu op de beleidsagenda (of ontbreken er nog op). Dat toont zich ook in de uitwerking van de verschillende hoofdstukken van het MIRA-T 2007 Focusrapport.

Voor de keuze en de inhoud van de elf hoofdstukken in de editie 2007 hebben we terug een beroep gedaan op de (beleids)kennis van wetenschappers, administratie en MIRA-team. Selectiecriteria voor de onderwerpen van de hoofdstukken waren o.a. actualiteit, knelpunt (milieu)beleid, internationaal belang, nieuwe inzichten en kennis, en nieuws waarde. Om de lezer enige houvast te geven, is de volgorde van de 11 hoofdstukken zoveel mogelijk gestoeld op de intussen goed ingeburgerde verstoringsketen (DPSIR, *driving forces, pressure, state, impact, response*).

Elk hoofdstuk vangt aan met een samenvatting in de vorm van een vijftal *hoofdpijnen*. De hoofdpijnen geven een bondige samenvatting en kunnen op zich worden gelezen. Toch zijn ze vooral bedoeld als smaakmaker en willen ze de lezer aansporen om het volledige hoofdstuk te lezen.

Elk hoofdstuk zoomt in op 1 à 3 verschillende onderwerpen, de zogenaamde *focus(sen)*. De focus is de broodtekst van het hoofdstuk en is zoveel mogelijk geïllustreerd aan de hand van cijfermateriaal en figuren. In de hoofdstukken komen ook gevalstudies aan bod. Die kaderteksten zijn illustratief voor de focus en bevatten specifieke informatie over bv. beleidsontwikkelingen of wetenschappelijke nieuwigheden.

Nieuw in vergelijking met de editie 2006 is dat de Kernset Milieugegevens verhuisd is naar het MIRA-T 2007 Indicatorrapport. De Kernset Milieugegevens is in zijn uitgebreide vorm ook te raadplegen op de website.

Geflankeerd door het indicatorrapport

MIRA-T 2007 bestaat uit twee delen: naast het focusrapport publiceren we ook het indicatorrapport. Een van de belangrijkste betrachtingen van het MIRA-proces is ervoor te zorgen dat milieu-informatie op maat van de gebruiker wordt aangeboden. Het MIRA-T 2007 Indicatorrapport bestrijkt dan ook het volledige milieudomein en biedt de mogelijkheid aan de gebruiker snel actuele maar beknopte milieu-informatie ter beschikking te hebben. Daarmee is het complementair aan het focusrapport.

Stevig ondersteund door de achtergronddocumenten

De focusteksten (en het indicatorrapport) zijn beperkt in omvang maar worden ondersteund door de uitgebreide achtergronddocumenten (AG's). De AG's bundelen de beschikbare informatie en kennis van alle in het kader van MIRA beschreven sectoren, milieuthema's en gevolgen. Deze naslagwerken zijn het kenniskapitaal van MIRA en richten zich tot een publiek dat op zoek is naar uitgebreide, wetenschappelijke milieu-informatie. Bij elke nieuwe editie van het gedrukte MIRA-T-rapport wordt ook het gros

van de AG's geactualiseerd. Ze zijn in hun meest recente versie raadpleegbaar op de MIRA-website www.milieurapport.be.

Met de medewerking van een grote groep deskundigen

MIRA staat niet enkel voor Milieurapport, maar misschien nog meer voor Milieurapportering, een proces dat enkel succesvol is als het kan steunen op de samenwerking van deskundigen van verschillende disciplines en invalshoeken. Naar goede gewoonte is het voorliggende MIRA-product dan ook het resultaat van een intensieve samenwerking tussen de auteurs, de lectoren en het MIRA-team van de Vlaamse Milieumaatschappij, onder begeleiding van een externe stuurgroep.



Hoofdlijnen

- De wereldwijde reserves aan fossiele brandstoffen en splijtstoffen zijn eindig. Energievoorziening is dan ook een mondiaal probleem. Duurzame omgang met energie (rationeel energiegebruik, hernieuwbare energie ...) dringt zich op.
- Het bruto binnenlands energiegebruik in Vlaanderen is in de periode 1990-2006 gestegen met 37,1 %. Sinds 1998 vertoont de energie-intensiteit bijna onafgebroken een dalende trend, na een stijging in de jaren daarvoor. Zo komt de energie-intensiteit in 2006 net beneden het niveau van 1990 uit, wat kan wijzen op een ont koppeling tussen economische groei en energiegebruik.
- Vlaanderen doet inspanningen om meer hernieuwbare energie in te zetten. Vooral de productie van groene stroom neemt relatief sterk toe en stemt in 2006 overeen met 2,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. Milieuvriendelijke elektriciteitsproductie uit hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling samen was in 2006 goed voor 16,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. De doelstelling voor Vlaanderen bestaat erin dat aandeel tegen 2010 verder te verhogen tot 25 %.
- In de hele cyclus van de ontginning tot het eindgebruik van brandstoffen komen emissies vrij. Toewijzing van de broeikasgasemissies tijdens winning, omzetting, transport en distributie van fossiele energiebronnen aan de eindgebruikers van die fossiele energiebronnen of de ervan afgeleide energievormen (bv. elektriciteit, warmte en geraffineerde aardolieproducten) versterkt vooral het aandeel van de industrie in de totale broeikasgasuitstoot. Bovendien blijkt het aandeel van de huishoudens ook uit te stijgen boven dat van de transportsector. Dat toont meteen de gedeelde verantwoordelijkheid aan van producenten/verdelers en eindgebruikers van energie voor energiegebonden broeikasgasemissies.

Energiegebruik

Een duurzame uitdaging

Koen Claes, Kristien Aernouts, Kaat Jespers, Ils Moorkens, Integrale Milieustudies, VITO
Wim Buelens, Vlaams Energieagentschap
Johan Brouwers, MIRA, VMM

Inleiding

Het gebruik van energie neemt mondiaal toe. De voorraden van niet-hernieuwbare energiebronnen zijn beperkt en worden steeds moeilijker te ontginnen. Die energiebronnen hebben, van ontginning tot afvalbeheer, een belangrijke impact op het milieu (o.a. inzake klimaatverandering door de uitstoot van CO₂). Het energie- en klimaatbeleid van de Vlaamse overheid bouwt voor een belangrijk deel voort op beslissingen genomen op Europees niveau. Voorbeelden daarvan zijn de emissierechtenhandel voor energie-intensieve installaties, de energieprestatieregelgeving voor gebouwen en de doelstelling voor een energie-efficiëntieverbetering van 1 % per jaar. Inzake hernieuwbare energie streeft Vlaanderen onder impuls van de EU in 2010 naar 6 % groene stroom en 5,75 % biobrandstoffen in de transportsector.

Met het oog op de (middel)lange termijn hebben de regeringsleiders op de Europese Raad van 8 en 9 maart 2007 een samenhangend pakket energie- en klimaatdoelstellingen voorgesteld. Inzake klimaatbeleid engageert de EU zich tot een vermindering van de broeikasgasuitstoot met 20 % (minimum) tot 30 % (mits andere geïndustrialiseerde landen vergelijkbare inspanningen leveren) tegen 2020 vergeleken met 1990. Wat het energiebeleid betreft, streeft de EU de leidersrol na in een nieuwe industriële revolutie naar een koolstofarme economie met een verzekerde energievoorziening. Een verhoging van de energie-efficiëntie moet leiden tot een daling van het energiegebruik in de EU met 20 % ten opzichte van het referentiescenario of de 'baseline' in 2020 (hetgeen overeenkomt met een reductie van het totale primaire energiegebruik in de EU met ongeveer 13 % t.o.v. 2005). Het aandeel van hernieuwbare energie in het totale energiegebruik moet stijgen naar 20 % in 2020. De vertaling van al die Europese doelstellingen naar de individuele lidstaten zal nog gebeuren. Bijkomend is ook een aparte doelstelling voor biobrandstoffen geformuleerd: biobrandstoffen moeten in alle EU-lidstaten een bindend aandeel van minstens 10 % in het totale diesel- en benzinegebruik van de transportsector hebben tegen 2020.

Het opvolgen van de evoluties in het energiegebruik, en een goede interpretatie daarvan, zijn noodzakelijk voor de sturing van een efficiënt beleid. Na een kort overzicht van de wereldvoorraden analyseren we in dit hoofdstuk het energiegebruik op sectorniveau in Vlaanderen. We kijken naar de energie-intensiteit om na te gaan in hoeverre de diverse activiteiten al dan niet ontkoppeld raken van energiegebruik. We trachten ook aan te tonen dat niet enkel het rechtstreekse gebruik van brandstoffen leidt tot broeikasgasemissies en dat de verantwoordelijkheid voor emissies een

gedeelde verantwoordelijkheid is. Daarnaast geven twee kaderteksten nog een samenvatting van de ontwikkeling van hernieuwbare energie en warmtekracht-koppeling in Vlaanderen.

1.1 Energiebeschikbaarheid

Wereldvoorraden niet-hernieuwbare energiebronnen niet onuitputtelijk

Vlaanderen was in 2006 voor zijn primaire energiegebruik voor 93 % afhankelijk van fossiele brandstoffen en nucleaire warmte (door splijtstoffen). Door een blik te werpen op de beschikbare reserves en voorraden van fossiele brandstoffen en splijtstoffen in tabel 1.1, merken we hoe kwetsbaar onze energievoorziening kan zijn. Aan de huidige wereldproductiehoeveelheden zullen de momenteel gekende en ontginbare oliereserves nog tot 2045 (41 jaar) volstaan. Voor aardgas is er nog een reserve voor 63 jaar en de steen- & bruinkoolreserves zijn nog voldoende voor 374 jaar als de huidige productie (winning) blijft aanhouden. De uraniumreserves – de voornaamste brandstof voor elektriciteitsproductie in kerncentrales – volstaan bij het huidige gebruik nog 4 à 5 decennia. Het mondiale energiegebruik groeit echter jaarlijks en zal naar verwachting ook in de komende decennia blijven groeien. Het gevolg kan zijn dat deze reserves in een kleiner aantal jaren dan aangegeven in de tabel, verbruikt zullen worden.

Tabel 1.1: Overzicht van de reserves en voorraden van fossiele brandstoffen en splijtstoffen (Wereld, 2005)

	reserves ¹ 2005 (EJ)	voorraden ² 2005 (EJ)	winning ³ 2005 (EJ)	beschikbaarheid reserves ⁴ (jaar)	beschikbaarheid voorraden ⁴ (jaar)
conventionele olie	6 755	3 430	163	41	21
niet-conventionele olie ⁵	2 761	10 460			
aardgas	5 676	6 555	90	63	73
niet-conventioneel aardgas ⁶	63	48 633			
harde steenkool	18 347	104 573	123	150	853
zachte bruinkool	2 062	10 184	9	224	1 107
uranium	799	5 304	17	47	314
thorium	908	964	402	2	2
totaal	37 371	190 103	804		

¹ Reserves zijn hoeveelheden niet-hernieuwbare energiebronnen die op dit ogenblik technologisch en economisch winbaar zijn.

² Voorraden zijn hoeveelheden niet-hernieuwbare energiebronnen waarvan geologen het bestaan weliswaar al hebben aangetoond, maar die nog niet technologisch en economisch winbaar zijn.

³ Winning is de hoeveelheid die gewonnen werd in 2005.

⁴ Beschikbaarheid: periode gedurende dewelke de reserves/voorraden nog beschikbaar zijn aan de huidige productiehoeveelheden.

⁵ Niet-conventionele aardolie: aardolie die men niet kan winnen uit ondergrondse reservoirs door gebruik te maken van putten en/of aardolie die een aanvullende behandeling vereist om er 'kunstmatige ruwe aardolie' van te maken (bv. olieschalie, teerzanden, zeer ruwe aardolie).

⁶ Niet-conventioneel aardgas: aardgas afkomstig van reservoirs die niet via normale technieken kunnen geëxploiteerd worden (bv. waterijs waarin aardgas zit gevangen).

Een stijgende vraag naar en een minder snel stijgend aanbod aan fossiele brandstoffen en splijtstoffen leiden mogelijk tot sterke prijsstijgingen waardoor er in de toekomst misschien wel een deel van de *voorraden* economisch/technologisch winbaar wordt. In dat geval kan er bovenop de eerder vermelde reserves nog tot 21 jaar aan aardolie, 73 jaar aardgas, 1 960 jaar kolen en 316 jaar splijtstoffen gewonnen worden aan het winningstempo van 2005 en bij benutting van de volledige geologisch gekende voorraden.

Naast de eindigheid van reserves en voorraden kan de ongelijke *verspreiding* ervan een limiterende factor vormen voor de energievoorziening. De OPEC-landen (Organization of the Petroleum Exporting Countries) hebben iets meer dan driekwart van de wereldreserves aardolie in handen en iets minder dan de helft van de wereldreserves aardgas. De landen van de voormalige Sovjet-Unie beschikken eveneens over belangrijke delen van de aardgasreserves. Steenkool en uraniumerts kennen een betere geografische spreiding. Relaties (politieke, religieuze, economische ...) tussen de exporterende en de importerende landen zijn dus van groot belang voor het gros van de mondiale energievoorziening.

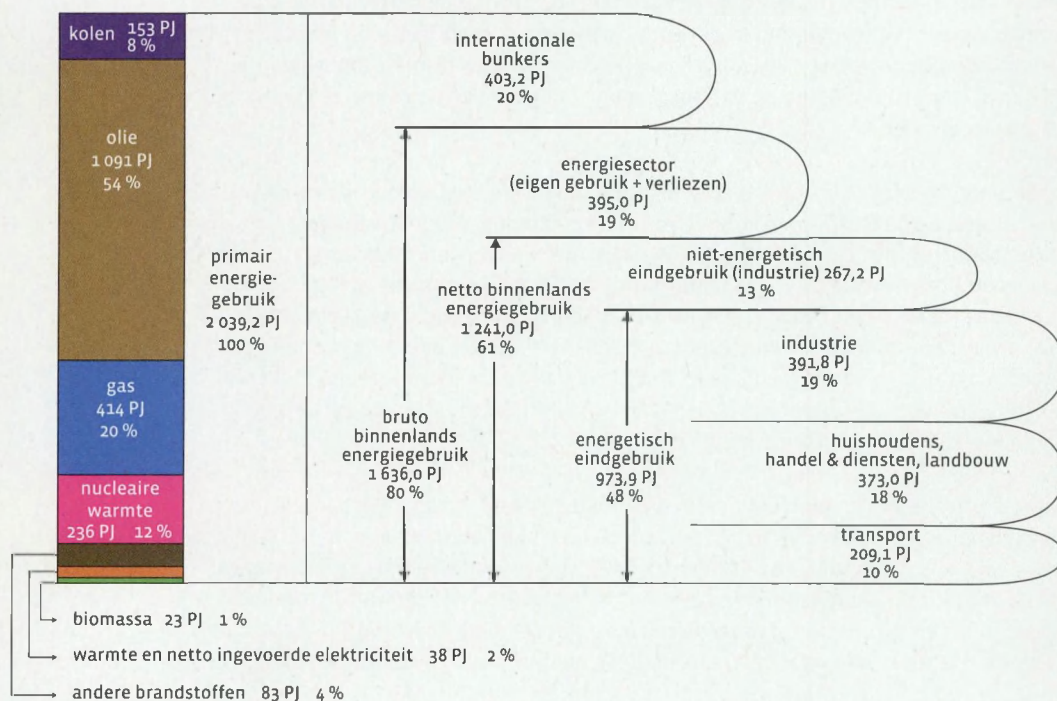
De grote onzekerheden omtrent beschikbaarheid en de nood aan ingevoerde energiebronnen noodzaken Vlaanderen des te meer om bewust met energie om te springen. Rationeel energiegebruik moet nog verder doordringen in alle sectoren en alle lagen van de bevolking. Lokale productie van elektriciteit waarbij ook de warmte optimaal benut wordt, kent een vooruitgang die zeker doorgezet dient te worden. In dat kader wordt ook de zoektocht naar meer alternatieve energiebronnen steeds pertinentier.

Energiestromen in Vlaanderen blijven afhankelijk van het buitenland

Niettegenstaande de beperkte reserves neemt het energiegebruik mondiaal toe. Ook in Vlaanderen bleef het *bruto binnenlands energiegebruik* of *BBE* (zonder bevoorrading van de internationale luchtvaart- en zeevaartbunkers) lange tijd stijgen. In 2006 lag het BBE 37,1 % hoger dan in 1990, maar tevens 1 % lager dan in 2005.

Figuur 1.1 toont in een stroomschema de verdeling van het energiegebruik in Vlaanderen. De brandstofgebruiken voor de internationale zee- en luchtvaart (*bunkers*) worden niet bij het BBE – de energiestroom die meestal als basis dient voor de evaluatie van het energiegebruik in een land of regio – gerekend. De *energiesector* in Vlaanderen nam in 2006 zelf 24 % van het BBE in (en 19 % van het primaire energiegebruik). Die energiesector omvat de bedrijven die als hoofdactiviteit het omvormen hebben van één vorm van energie naar een andere (elektriciteits- en warmtecentrales, raffinaderijen) of het transport en de distributie van energie tot bij de eindgebruikers. Bij die omzettingen van ruwe energievormen naar eindproducten wordt energie gebruikt en treden verliezen op. Ook het transport en de distributie vergen energie. Naast het energiegebruik van de energiesector bestaat het bruto binnenlands energiegebruik uit het *energetisch eindgebruik* (60 % van het BBE) en het *niet-energetisch eindgebruik* (16 % van het BBE), samen ook het *netto binnenlands energiegebruik* of *finaal energiegebruik* genaamd. Dat niet-energetisch gebruik omvat het gebruik van (fossiele) brandstoffen als grondstof, solvent of smeermiddel, vooral in de chemische industrie.

Figuur 1.1: Stroomschema van het energiegebruik en de aandelen van de energiedragers in het primaire energiegebruik (Vlaanderen, 2006*)



* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Om duidelijk te maken dat Vlaanderen voor zijn *primaire energiegebruik* (dus inclusief de internationale bunkers) anno 2006 sterk afhankelijk blijft van buitenlandse energiestromen, toont de linkerzijde van figuur 1.1 de verdeling van de energiedragers in het primaire energiegebruik. Olie (54 %), gas (20 %), kernenergie (nucleaire warmte; 12 %) en kolen (8 %) blijven de belangrijkste bijdragen leveren aan het primaire energiegebruik. Zoals algemeen geweten worden ze alle ingevoerd vanuit het buitenland. Het gebruik van 'andere brandstoffen' – voornamelijk het gebruik van restbrandstoffen in de chemische sector en de verbranding van het niet-hernieuwbare deel van afval – heeft een aandeel van 4 % in het primaire energiegebruik.

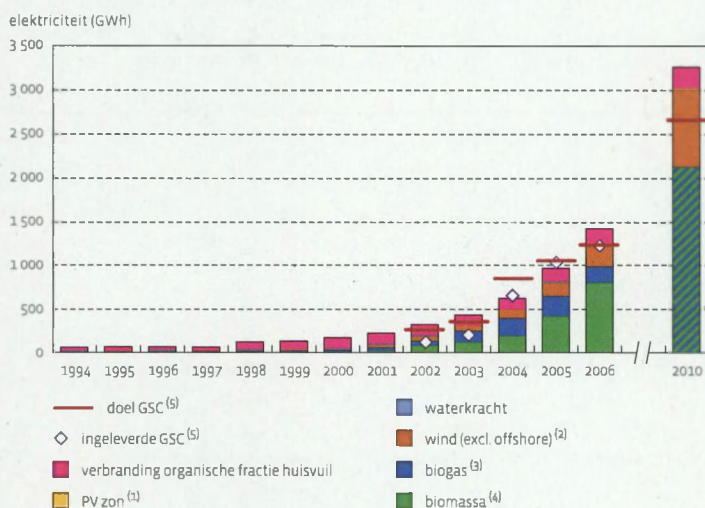
Vlaanderen onderneemt wel acties om meer hernieuwbare energiebronnen aan te wenden (bv. door toekenning van groene stroomcertificaten en investeringssteun). De laatste jaren is er dan ook een sterke stijging waar te nemen van de geproduceerde/ gebruikte hoeveelheid hernieuwbare energie (bv. gebruik van biomassa: +150 % t.o.v. 2000). Desondanks blijft het aandeel van biomassa marginaal met 1,1 % van het primaire energiegebruik. De netto-import van elektriciteit heeft een aandeel van 1,57 % en de primaire productie van elektriciteit uit water, wind & PV (fotovoltaïsche zonne-energie) heeft slechts een bijdrage van 0,04 %. Ondanks de stimuli voor hernieuwbare energievormen, blijft Vlaanderen voor zijn primaire energiegebruik dan ook nog voor 81 % afhankelijk van (ingevoerde) fossiele brandstoffen.

Groene stroom belangrijkste vorm van hernieuwbare energie

In 2006 werd in Vlaanderen ongeveer 4 940 GWh energie uit hernieuwbare energiebronnen geproduceerd onder de vorm van groene warmte (3 511 GWh), groene stroom (1 429 GWh) en biobrandstoffen (verwaarloosbaar). Het grootste deel (3 420 GWh) van de *groene warmte* werd geproduceerd uit biomassa, de rest via zonneboilers, warmtepompen of koude-warmteopslag in de bodem. De productie van *groene stroom* is in 2006 opnieuw sterk

gestegen: een toename met 48 % t.o.v. 2005. Die 1 429 GWh groene stroom stemt overeen met 2,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik in Vlaanderen. De inzet van hernieuwbare energiebronnen voor transport – voornamelijk *biobrandstoffen* – was in 2006 nog verwaarloosbaar ten opzichte van de inzet voor warmte- en elektriciteitsproductie. In totaal werd 1,2 % van het primaire¹ energiegebruik in Vlaanderen opgewekt uit *hernieuwbare energiebronnen*.

Productie van groene stroom en toetsing aan doelstellingen groenestroomcertificaten (GSC's) (Vlaanderen, 1994-2006 + prognose 2010)



⁽¹⁾ installaties onder subsidieregeling sinds 1998

⁽²⁾ Offshore windenergie kan niet in rekening gebracht worden voor de certificatenverplichting.

⁽³⁾ vergisting van organisch afval, vergassing van hout; in 2010 inclusief biomassa

⁽⁴⁾ coverbranding van hout, slib en/of olijfpitten; De groene stroom uit biomassa is in 2010 bij 'biogas' geteld.

⁽⁵⁾ Het betreft het aantal vooropgestelde, respectievelijk werkelijk ingeleverde certificaten voor 31 maart van het daaropvolgende jaar. Het aantal ingeleverde GSC's kan verschillen van het aantal GSC's uitgereikt in het jaar zelf.

Bron: VEA

¹ Om de geproduceerde groene stroom om te rekenen naar primaire energie is een factor 2,5 gehanteerd. Voor de groene warmte uit biomassa is de brandstofinput (dat is de onderste verbrandingswaarde van de gebruikte biomassa in Vlaanderen) genomen.

Voor de *elektriciteitsleveringen* in 2006 moesten de elektriciteitsleveranciers op 31 maart 2007 voor 1 270 GWh aan groenestroomcertificaten (GSC's; 1 GSC=1 MWh groene stroom) inleveren. Er werd voor 1 268 GWh aan GSC's ingeleverd, zodat voor 99,8 % aan de certificatenverplichting werd voldaan (VREG, 2007). Niet alle beschikbare GSC's werden op 31 maart 2007 ingeleverd: in totaal waren er voor 1 588 GWh aan GSC's – of 125 % van het quotum – beschikbaar, hetzij toegekend voor stroomproductie in de periode 1.1.2006-31.3.2007, hetzij opgespaard van de voorgaande jaren. Elektriciteitsleveranciers die onvoldoende GSC's inleverden op 31.3.2007 moeten een boete van 125 euro per ontbrekend GSC betalen.

In 2006 viel vooral de sterke groei van de fotovoltaïsche zonne-energie (PV) op (de absolute bijdrage van PV in de groenestroomproductie blijft evenwel beperkt en is daarom niet zichtbaar in bovenstaande figuur). Het vermogen aan PV-panelen dat in aanmerking komt voor GSC's steeg van 1,7 MW in 2005 tot 3,7 MW in 2006. Een gelijkaardige groei zet zich ook door in 2007. Dat is wellicht mede toe te schrijven aan de productiesteun die de Vlaamse overheid sinds 1 januari 2006 voorziet voor elektriciteit uit PV-panelen: voor elke MWh elektriciteit opgewekt met die panelen ontvangt de eigenaar een groenestroomcertificaat dat bij de netbeheerder kan ingeruild worden tegen een gegarandeerde waarde van 450 euro gedurende 20 jaar vanaf de inwerkingstelling van de installatie.

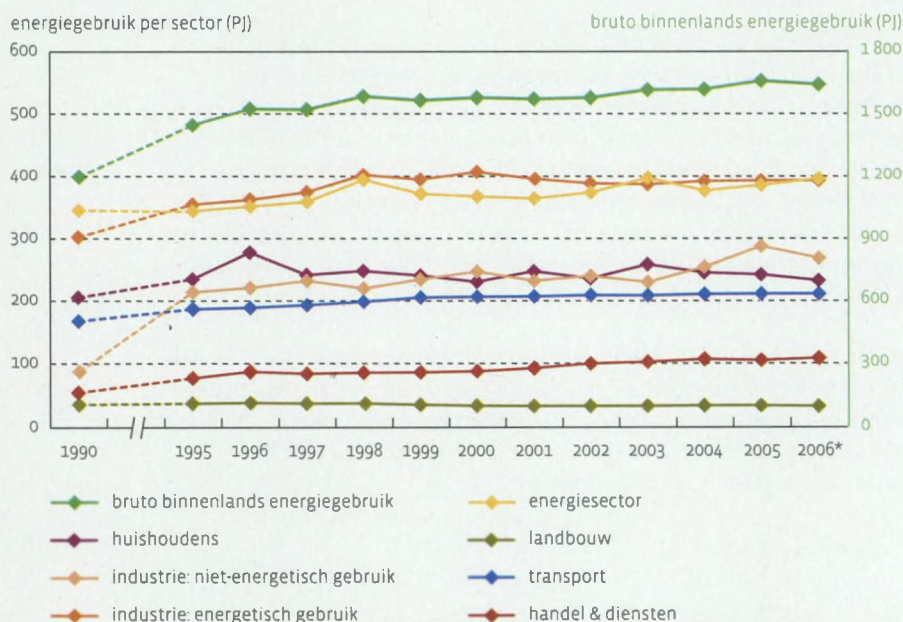
1.2 Totaal energiegebruik

Nood aan energie blijft groot in nagenoeg alle sectoren

Om een efficiënt energie- en klimaatbeleid in Vlaanderen te voeren, is het van essentieel belang een duidelijk beeld te hebben van de evoluties (per sector, per energiedrager) van het energiegebruik en van de factoren die dit kunnen beïnvloeden. Daarvoor bekijken we het bruto binnenlands energiegebruik (BBE) in Vlaanderen nader (figuur 1.2).

Ten opzichte van 1990 is het BBE in Vlaanderen met 37,1 % gestegen in 2006, en met 1,0 % gedaald ten opzichte van 2005. Vooral door een daling in het energiegebruik van de huishoudens (-4,1 %) en een daling in het niet-energetisch energiegebruik in de chemische industrie (-6,8 %) daalde ook het *netto binnenlands energiegebruik* ten opzichte van 2005 (-2,2 %). Maar het energiegebruik in de *energiesector* steeg met 2,7 % in 2006. Die stijging werd vooral veroorzaakt door een stijging van het energiegebruik in de raffinaderijen. Het eigengebruik van de raffinaderijen lag in 2006 4,9 % hoger dan in 2005.

Figuur 1.2: Bruto binnenlands energiegebruik en energiegebruik per sector (Vlaanderen, 1990-2006)



* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

In de *industrie* is het energetisch energiegebruik gestegen ten opzichte van 1990 met 28,8 %. In 2006 is er een stabilisering van dat energiegebruik vast te stellen ten

opzichte van 2005 (+0,03 %). Vooral begin jaren 90 zijn er heel wat uitbreidingen geweest van energie-intensieve activiteiten (voornamelijk in de petrochemie).

Het energiegebruik van de *huishoudens* steeg in 2006 ten opzichte van 1990 met 13,1 %. Ten opzichte van 2005 daalde het energiegebruik met 4,1 %. 2006 was dan ook een iets warmer jaar en het gebruik door de huishoudens is klimaatgebonden. Daarnaast spelen de laatste jaren de stimulansen die overheden aanreiken om energiebesparende maatregelen door te voeren wellicht een rol, samen met de bewustwording van de gemiddelde Vlaming omtrent rationeel energiegebruik (REG) en de financiële impact ervan.

Ook het energiegebruik van *handel & diensten* steeg ten opzichte van 1990: +100 % in 2006, veroorzaakt door een sterke groei van die sector. Ten opzichte van 2005 kan een stijging van het energiegebruik in de sector handel & diensten vastgesteld worden (+3,3 %), alhoewel er ook in deze sector een invloed van het klimaat is op de energienoden.

De *landbouwsector* is de enige sector waar een absolute daling van het energiegebruik is waar te nemen ten opzichte van 1990 (-11,0 %). Dat heeft onder meer te maken met de afbouw van de veestapel en met de omschakeling naar andere brandstoffen (vooral van zware stookolie naar aardgas) en energiezuinigere verwarmingssystemen in de glastuinbouw.

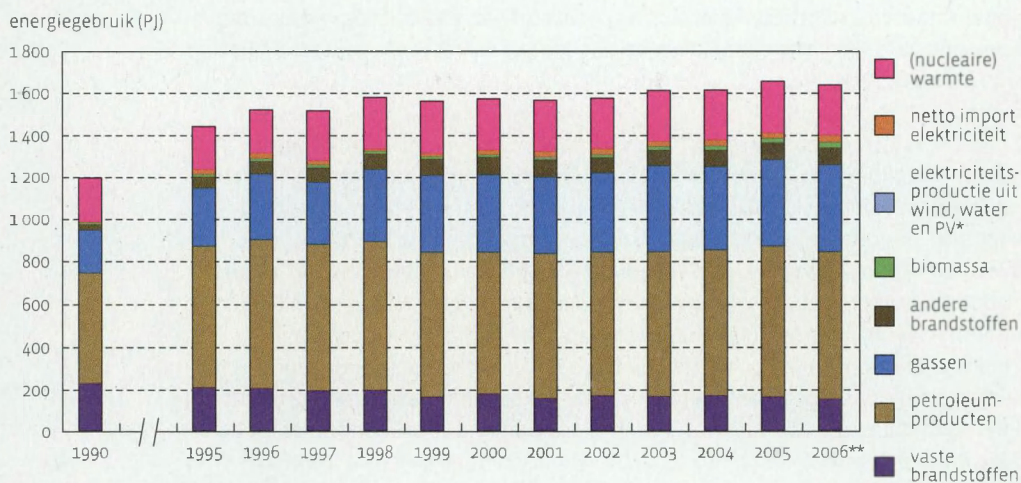
Ten opzichte van 1990 is het energiegebruik van *transport* in 2006 met 26 % gestegen, waarbij vooral een sterke verdieselijking wordt vastgesteld: het gebruik van diesel door de transportsector nam met 54 % toe, terwijl het benzinegebruik met bijna 30 % afnam in de periode 1990-2006. Het wegtransport neemt binnen de sector 97 % van het energiegebruik voor zijn rekening en steeg ten opzichte van 1990 met 27 %. Het spoorvervoer kende in 2006 een energiegebruik van 3,6 PJ (+12 % t.o.v. 1990) en de binnenscheepvaart 2,6 PJ (+17 % t.o.v. 1990). Het energiegebruik van de binnenlandse luchtvaart is eerder marginaal ten opzichte van de andere transportvormen (0,03 % van transport in 2006).

Het energiegebruik blijft anno 2006 in bijna alle sectoren – uitgezonderd de landbouw – ver boven het energiegebruik van 1990 liggen. De uitbreidingen van de energie-intensieve industrie zorgden met de bijhorende toename van het niet-energetisch energiegebruik in het begin van de jaren 90 voor de grootste absolute (+181 PJ) en procentuele (+210 %) stijging.

Een wijzigende energiemix

Daar waar figuur 1.2 het BBE opsplijt per sector, geeft figuur 1.3 het BBE in Vlaanderen weer per energiedrager. Deze indicator laat toe verschuivingen in de tijd tussen de gebruikte energiebronnen zichtbaar te maken. Aan de hand van zulke verschuivingen kan het gevoerde energie- en klimaatbeleid waar nodig bijgestuurd worden om bijvoorbeeld de diversiteit in energiedragers te beïnvloeden of om het gebruik van energiedragers met lagere milieu-impact te stimuleren.

Figuur 1.3: Bruto binnenlands energieverbruik per energiedrager (Vlaanderen, 1990-2006)



* door het kleine aandeel in het totaal is deze fractie nagenoeg onzichtbaar op de figuur

** voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Het bruto binnenlands gebruik van *nucleaire, gerecupereerde* (uit exotherme processen) en *verhandelde warmte* (verkoop tussen sectoren) daalde in 2006 met 2,7 % ten opzichte van 2005. Ten opzichte van 1990 is er een stijging van 15 % waar te nemen. De input van kernenergie (nucleaire warmte) in de elektriciteitssector is in 2006 dan ook met 13 % gestegen ten opzichte van 1990 en ook het verhandelde warmtegebruik in andere sectoren is sterk gestegen. Deze laatste stijging is er vooral gekomen door de ingebruikname van meer energie-efficiënte WKK-eenheden (warmtekrachtkoppeling) in samenwerking met elektriciteitsproducenten, die de warmte doorverkopen aan de eindgebruiker.

De netto-*elektriciteits*productie in Vlaanderen (exclusief zelfproductie) is in de periode 1990-2006 met 32 % gestegen tot 48 067 GWh. De elektriciteitsgebruiken en -verliezen (het eigengebruik van de energiesector + de eindgebruiken van de eindsectoren + de netverliezen van elektriciteit) zijn zelfs met 54 % gestegen in diezelfde periode tot 56 973 GWh. Om aan de elektriciteitsvraag van de eindgebruikers te voldoen is het Vlaamse productiepark, in absolute cijfermatige zin, niet voldoende en dient er elektriciteit ingevoerd te worden vanuit de andere gewesten of uit het buitenland. Die netto-invoer steeg in de periode 1990-2006 van 613 GWh naar 8 906 GWh. Ten opzichte van 2005 was er in 2006 een stijging met 44 % van de netto-import. De productie van elektriciteit uit *wind, water en PV* is sterk gestegen over de jaren heen, maar blijft beperkt tot 241 GWh in 2006. Daarnaast is het niet (enkel) de capaciteit van het Vlaamse elektriciteitsproductiepark die elektriciteitsleveranciers doet kiezen voor invoer van elektriciteit uit andere gewesten of het buitenland. Immers, grondstofprijzen (bv. aardgas versus steenkool of Vlaamse versus buitenlandse prijzen), onderhoudswerkzaamheden aan bepaalde eenheden alsook milieugerelateerde redenen (bv. emissierechtenhandel) zijn bepalende parameters

om al dan niet te kiezen voor invoer of eigen productie. Bovenvermelde cijfers over de netto-invoer houden echter geen rekening met die parameters en de effectieve fysieke netto-invoer in Vlaanderen. Aangezien er voor Vlaanderen immers geen regionale statistieken bestaan omtrent in- en uitvoer van elektriciteit, worden die stromen louter cijfermatig bepaald om de energiebalans in evenwicht te brengen met de gebruikszijde.

Het gebruik van *biomassa* is in 2006 bijna verdrievoudigd ten opzichte van 1990.

De sterke uitbreiding van coverbranding van biomassa in de kolencentrales levert de grootste bijdrage. Daarnaast is de energierecuperatie bij afvalverbranding steeds belangrijker geworden, alsook het benutten van stortgas en biogas. De minimale hoeveelheid *biobrandstoffen* die in Vlaanderen/België reeds gebruikt wordt in de transportsector, is nog niet verrekend in de biomassacijfers. In 2006 werd in België 1 282 m³ of 0,042 PJ *biodiesel* (onder de vorm van bijmenging) geproduceerd.

Die hoeveelheid stemt slechts overeen met 0,02 % van het totale energiegebruik in de Vlaamse transportsector. In 2007 kunnen enkele bijkomende installaties zorgen voor een extra productiecapaciteit van 12 à 13 PJ, deels bestemd voor export. De productie van *bioethanol* (biobenzine) zal nog in 2007 van start kunnen gaan in 1 installatie en er zullen in 2008 2 installaties in werking gesteld worden. Binnen de grenzen van de quota toegekend door de federale overheid geniet de productie van biodiesel en bioethanol in ons land van een accijnsvrijstelling. Voor *pure plantaardige olie* (bv. koolzaadolie) is er momenteel niet zo'n gunstig klimaat. De productie hiervan loopt stroef, o.a. omwille van de verhoogde koolzaadprijs ten opzichte van een relatief lage prijs voor diesel voor wegtransport. De Belgische doelstelling is tegen 2010 het aandeel van biobrandstoffen in het brandstofgebruik van wegvervoer te verhogen tot 5,75 %. Bij gelijkblijvend brandstofgebruik door wegvervoer in de periode 2005-2010, stemt die doelstelling voor België in 2010 overeen met 16 PJ aan biobrandstoffen.

Het aandeel *andere brandstoffen* is het meest spectaculair gestegen in de periode 1990-2006 (+200 %). Het toenemende aandeel gerecupereerde brandstoffen uit de krakers van de chemische industrie is daarvan de oorzaak. De uitbreiding van die industrietak in het begin van de jaren 90 heeft dat energiegebruik enorm doen stijgen. Een kleiner aandeel binnen 'andere brandstoffen' betreft het niet-hernieuwbare deel van afval dat bestemd is voor afvalverbranding met energierecuperatie.

Onder de categorie *gassen* horen zowel aardgas, cokesovengas als hoogovengas thuis. Het gebruik van *aardgas* is in de periode 1990-2006 meer dan verdubbeld. Vooral de omschakeling van het elektriciteits- en warmteproductiepark van kolen naar aardgas in de jaren 90 heeft zijn invloed gehad. De belangrijkste drijfveren voor de omschakeling zijn zowel economisch als milieugerelateerd. Ook de diversifiëring van het productiepark speelt een rol. Bij de bouw van nieuwe productie-installaties werd de laatste jaren vooral gekozen voor STEG's (stoom- en gasturbine) omwille van de kostprijs van dergelijke installaties (t.o.v. kolencentrales) en de milieunormeringen die doen kiezen voor zwavelarme brandstoffen. Ook de stijging van het aantal gasgestookte WKK-installaties draagt bij aan het grotere aardgasgebruik. De stijging van het aardgasgebruik is in alle sectoren merkbaar en vooral ten nadele van het kolengebruik en het gebruik van petroleumproducten. De evolutie van het gebruik

van *hoogoven- en cokesovengas* hangt grotendeels samen met het gebruik van vaste brandstoffen in de ijzer- en staalindustrie. Enkel Arcelor Gent produceert in Vlaanderen deze afgeleide gasen nog. Een gedeelte van het geproduceerde hoogovengas wordt (als brandstof) verkocht aan de elektriciteitssector.

Het gebruik van *petroleumproducten* is in 2006 met 34 % gestegen ten opzichte van 1990. De grootste stijging is waar te nemen bij het niet-energetisch gebruik (als grondstof, solvent of smeermiddel) van petroleumproducten (+200 %). Het gebruik in de transportsector is met 26 % gestegen ten opzichte van 1990.

Het gebruik van *vaste brandstoffen (kolen, cokes en koolteer)* is in 2006 met 33 % gedaald ten opzichte van 1990. Die daling is vooral bij de elektriciteits- en warmteproductie terug te vinden. Het Vlaamse productiepark is in die periode immers in zeer grote mate verschoven van kolen naar aardgas. Enkel in de industrie is het gebruik van vaste brandstoffen niet afgenomen.

De aandelen van energiedragers in het Vlaamse BBE laten over de periode 1990-2006 een duidelijke verschuiving van vaste brandstoffen naar meer aardgas zien. Het gebruik van petroleumproducten stijgt in de transportsector (onder invloed van het stijgende wegverkeer) en voor niet-energetische toepassingen, maar daarbuiten kent het petroleumgebruik een daling. Ook die daling aan petroleumproducten wordt deels gecompenseerd door aardgas. Het aandeel andere brandstoffen is het spectaculairst gestegen en volledig te wijten aan de uitbreidingen in de industrie. Het gebruik van biomassa is aan een opmars bezig, maar heeft nog een lange weg af te leggen om duidelijk zichtbaar te worden tussen de andere energiedragers.

1.3 Energie-intensiteiten

De energie-intensiteit (van een regio of een sector) is de hoeveelheid gebruikte energie gerelateerd aan een economische of fysische activiteitsindicator. Die energie-intensiteit geeft een goed beeld van de evolutie inzake energieafhankelijkheid van de Vlaamse economie in het algemeen en van de energieafhankelijkheid van de deelsectoren in het bijzonder.

Energie-intensiteit van Vlaanderen verbetert

De energie-intensiteit van een regio is de hoeveelheid energie gebruikt per eenheid bruto binnenlands product (BBP). De koolstofintensiteit sluit daar nauw bij aan en is hier gedefinieerd als de hoeveelheid CO₂ uitgestoten ten gevolge van energiegebruik en de andere² energiegerelateerde CO₂-emissies per eenheid van het bruto binnenlands product.

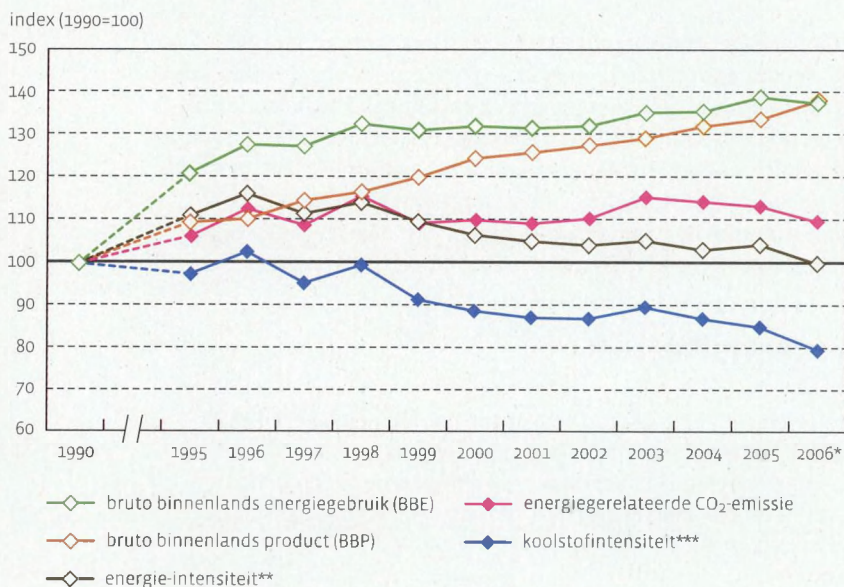
Uit figuur 1.4 blijkt dat de energie-intensiteit tussen 1990 en 2006 met 0,5 % is afgenomen (tegenover nog een toename van +3,9 % in 2005 t.o.v 1990). De energie-intensiteit steeg met 13,7 % van 1990 tot 1998, en daalde dan bijna onafgebroken. De 'sprong' van 1990 tot 1995 is vooral het gevolg van de toename van het niet-energetisch energiegebruik in de industrie. Het BBE vertoont in 2006 haast voor

² procesemissies in de chemie en emissies ten gevolge van het niet-energetisch gebruik van brandstoffen in andere sectoren

het eerst in de periode 1990-2006 een lichte daling. Het BBP blijft stijgen. Dat geeft aan dat de inspanningen die geleverd zijn voor rationeel energiegebruik in verschillende sectoren (bv. benchmarking- en auditconvenant in de industrie en de REG-actieplannen voor huishoudens en handel & diensten) niet tevergeefs zijn. Inspanningen om de intensiteit verder te doen dalen zijn essentieel en worden voorgesteld in het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012.

Een verandering van de energie-intensiteit kan zowel het gevolg zijn van een structureel effect (verschuivingen van het belang van sectoren in de Vlaamse economie), als van wijzigingen in de energie-efficiëntie (bv. wijzigend energiegebruik per eenheid product of dienst). Voor verdere duiding en analyse verwijzen we naar het MIRA-Achtergronddocument Energie op www.milieurapport.be.

Figuur 1.4: Evolutie van de energie-intensiteit en koolstofintensiteit (Vlaanderen, 1990-2006)



* voorlopige cijfers

** energie-intensiteit = hoeveelheid BBE per eenheid BBP uitgedrukt in constante prijzen

*** koolstofintensiteit = hoeveelheid CO₂ uitgestoten ten gevolge van energiegebruik en de hoeveelheid energiegerelateerde CO₂-emissies (procesemissies in de chemie en emissies ten gevolge van het niet-energetisch gebruik van brandstoffen in andere sectoren) uitgedrukt per eenheid van het bruto binnenlands product (tegen constante prijzen)

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO

Daar waar de daling van de energie-intensiteit nog erg bescheiden blijft, is de koolstofintensiteit gedaald met 20,6 % in de periode 1990-2006. Alhoewel beide curves in zekere mate een gelijkaardig verloop kennen, komt de curve van de koolstofintensiteit lager uit door de omschakeling naar koolstofarmere brandstoffen in Vlaanderen: vaste brandstoffen met een hoge CO₂-emissiefactor werden voornamelijk vervangen door aardgas met een lagere CO₂-emissiefactor.

Energie-intensiteit per deelsector: gedeeltelijke (ont)koppeling

Tabel 1.2 geeft de evolutie van de energie-intensiteiten per deelsector. De energie-intensiteit wordt hier bepaald door het energiegebruik van een deelsector te delen door een relevante én beschikbare activiteitsindicator. Bij de *huishoudens* zien we dat het energiegebruik per inwoner ongeveer gelijk blijft en dat het energiegebruik per huishouden licht afneemt. Dat is te verklaren door het steeds kleinere aantal gezinsleden in een huishouden.

Voor de *industriële deelsectoren* is de activiteitsindicator de productie-index, een maat voor de omvang van de productie. In de periode 1995-2006 is de energie-intensiteit in alle deelsectoren gedaald behalve bij de 'overige industriële sectoren' (o.a. hout- & meubelindustrie, kunststofproductie, afvalrecuperatie en bouwnijverheid). Er zijn echter sterke verschillen: de ont koppeling tussen energiegebruik en productie varieert van 5 % bij papier & uitgeverijen tot 40 % bij voeding, dranken & tabak. Ook in de *energiesector* is een ont koppeling te merken. Een uitzondering zijn de raffinaderijen in 2006. Hun plotse stijging van energie-intensiteit wordt veroorzaakt door een lagere productie (output) bij een hoger eigengebruik in vergelijking met 2005. De sterkste daling van de energie-intensiteit is terug te vinden bij de aardgasdistributie, waar de verliezen werden teruggedrongen door de vervanging van oude leidingen.

Bij de *landbouw* zien we een daling in de glastuinbouw (-14 %) en een stijging in de veeteelt. De mestproductie – hier gebruikt als indicator voor de veestapel over de verschillende diersoorten heen – is de laatste 10 jaar drastisch teruggedrongen terwijl het energiegebruik veel minder sterk daalde.

Bij *transport* zien we voor de meeste deelsectoren een lichte ont koppeling. Opvallend is dat het goederenvervoer het systematisch beter doet dan het personenvervoer. Voor het personenvervoer over de weg is de daling per voertuigkilometer al vanaf 1995 merkbaar, terwijl de daling per personenkilometer pas vanaf 2000 zichtbaar is. Bij het goederenvervoer over de weg zien we een continue daling de laatste 10 jaar, maar in de periode 1995-2000 was de daling het grootst. Voor het spoorvervoer is er een sterke daling te noteren voor het goederenvervoer. Het personenvervoer per spoor daarentegen vertoont een stijging aan energie-intensiteit: het energiegebruik is sterker gestegen dan het aantal reizigerskilometers.

In de sector *handel & diensten* verloopt de energie-intensiteit zeer gevarieerd afhankelijk van de deelsector. Voor de deelsectoren handel, hotels & restaurants en kantoren & administraties verloopt de intensiteit sterk stijgend (tot +56 % in hotels & restaurants) terwijl voor de deelsector gezondheidszorg een status-quo opgetekend wordt.

Tabel 1.2: Energie-intensiteit per deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)

sector	deelsector	berekeningsbasis energie-intensiteit**	1995	2000	2005	2006
huishoudens		inwoner*	100	107	105	101
		huishouden*	100	104	99	96
industrie	chemie	eenheid productie	100	80	77	71
	ijzer- & staalindustrie, non-ferro, metaalverwerkende nijverheid		100	91	93	83
	voeding, dranken & tabak		100	74	63	60
	textiel, leder & kleding		100	109	80	66
	papier & uitgeverijen		100	83	86	95
	overige industriële sectoren		100	121	125	136
energie	productie van elektriciteit & warmte	kWh bruto elektriciteitsproductie	100	95	92	86
	raffinaderijen	J raffinageproduct	100	81	91	118
	opslag, transport & distributie van aardgas	m ³ primair aardgasgebruik	100	61	48	59
landbouw	veeteelt	eenheid mestproductie	100	107	106	104
	glastuinbouw*	ha serres	100	85	88	86
	akkerbouw en andere	ha landbouwareaal	100	101	100	100
transport	personenvervoer weg	personenkm	100	100	97	95
		voertuigkm	100	97	95	94
	goederenvervoer weg	tonkm	100	89	84	84
		personenkm	100	131	107	103
	goederenvervoer spoor	tonkm	100	90	70	70
		tonkm	100	94	91	91
handel & diensten	handel*	werknemer	100	125	136	142
	hotels & restaurants*		100	168	151	156
	kantoren & administraties*		100	107	120	126
	onderwijs*		100	105	99	105
	gezondheidszorg*		100	99	94	101
	andere diensten*		100	99	100	106

* bij jaarlijks gelijkblijvende klimatologische omstandigheden: correctie van het energiegebruik naar het gemiddeld aantal graaddagen (2 088) in een jaar. Daarbij is verondersteld dat 85 % van het energiegebruik in de (deel)sectoren temperatuurafhankelijk zijn.

** berekend als de hoeveelheid gebruikte energie per eenheid van activiteit. Het cijfer voor 1995 werd gelijkgesteld aan 100.

Bron: VITO, VMM

Warmtekrachtkoppeling levert grootste bijdrage in milieuvriendelijke elektriciteitsproductie

Bij warmtekrachtkoppeling (WKK) wordt gelijktijdig warmte en kracht opgewekt uit primaire energiebronnen (bv. aardgas of biomassa). De kracht dient meestal voor het opwekken van elektriciteit. De warmte kunnen we bijvoorbeeld gebruiken om het water in een openbaar zwembad te verwarmen of om bakstenen te drogen in de baksteennijverheid. Het energierendement van warmtekrachtkoppeling is hoger dan de som van de energierendementen van het afzonderlijk opwekken van warmte en kracht met gelijkaardige technieken.

Eind 2006 stond in Vlaanderen een totaal vermogen van 1 582 MW_e aan WKK-installaties opgesteld, eind 2005 was dat 1 457 MW_e. 859 MW_e daarvan betrof kwalitatieve WKK-installaties die een primaire energiebesparing ten opzichte van de referentie-installaties voor gescheiden *elektriciteits- en warmteproductie* realiseren groter dan 10 % voor WKK-installaties >1 MW_e en groter dan 0 % voor installaties <1 MW_e. Alle WKK-installaties samen produceerden in 2006 voor 8 452 GWh elektriciteit, hetgeen overeenstemt met 14 % van ons bruto-elektriciteitsgebruik. Dat betekent een stijging ten opzichte van 2005 met 11 % qua kwalitatief WKK-vermogen en 21 % qua elektriciteitsproductie in alle WKK-installaties samen (Peeters et al., 2007).

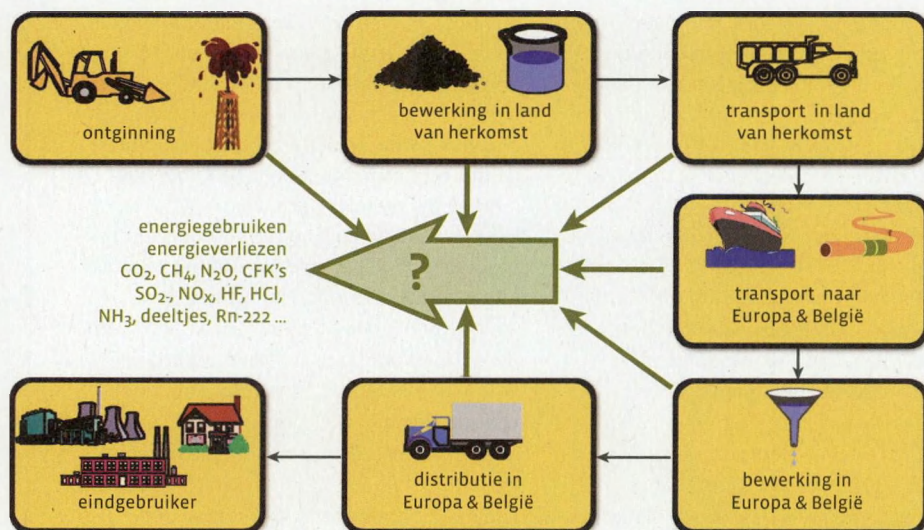
Op 31 maart 2007 moesten de elektriciteitsleveranciers *warmtekrachtcertificaten* (WKC's; 1 WKC=1 MWh primaire energiebesparing) inleveren overeenstemmend met een primaire energiebesparing van 1 032 GWh. Enkel kwalitatieve WKK-installaties ontvangen de eerste vier jaar na indienstneming van de (ver)nieuw(d)e installatie het volle aantal certificaten: 1 WKC per MWh primaire energiebesparing. Na die periode wordt nog slechts een degressieve fractie van de WKK-certificaten toegekend: hoe groter de initiële besparing, hoe langer men kan rekenen op de inkomsten uit WKK-certificaten. Op basis van de stroomproductie in de periode 1.1.2006-31.3.2007 en de certificaten opgespaard van de voorgaande jaren was theoretisch 58 % van de WKC's nodig om aan het quotum te voldoen in de markt aanwezig. Uiteindelijk werden slechts WKC's ingeleverd overeenstemmend met 566 GWh primaire energiebesparing, of 54,9 % van het in te leveren aantal. Per ontbrekend WKC moet een elektriciteitsleverancier een boete van 45 euro betalen (VREG, 2007).

De *milieuvriendelijke elektriciteitsproductie* uit hernieuwbare energie en warmtekrachtkoppeling samen was in 2006 goed voor 16,4 % van het bruto elektriciteitsgebruik. In 2005 bedroeg dat nog maar 13,7 %. De doelstelling voor Vlaanderen bestaat erin dat aandeel tegen 2010 verder te verhogen tot 25 % (Vlaams Regeerakkoord 2004 en Beleidsnota Energie en Natuurlijke Rijkdommen 2004-2009).

1.4 Verborgen energiegebruik en daaraan gerelateerde emissies

Ongeveer 84 % van de broeikasgasuitstoot in Vlaanderen is een direct gevolg van energiegebruik. Niet enkel bij het eindgebruik van brandstoffen³ komen emissies vrij. Ook tijdens de hele cyclus van winning en zuivering, raffinage, transmissie/transport en distributie wordt energie gebruikt en komen emissies vrij (figuur 1.5).

Figuur 1.5: Energie van ontginning tot levering

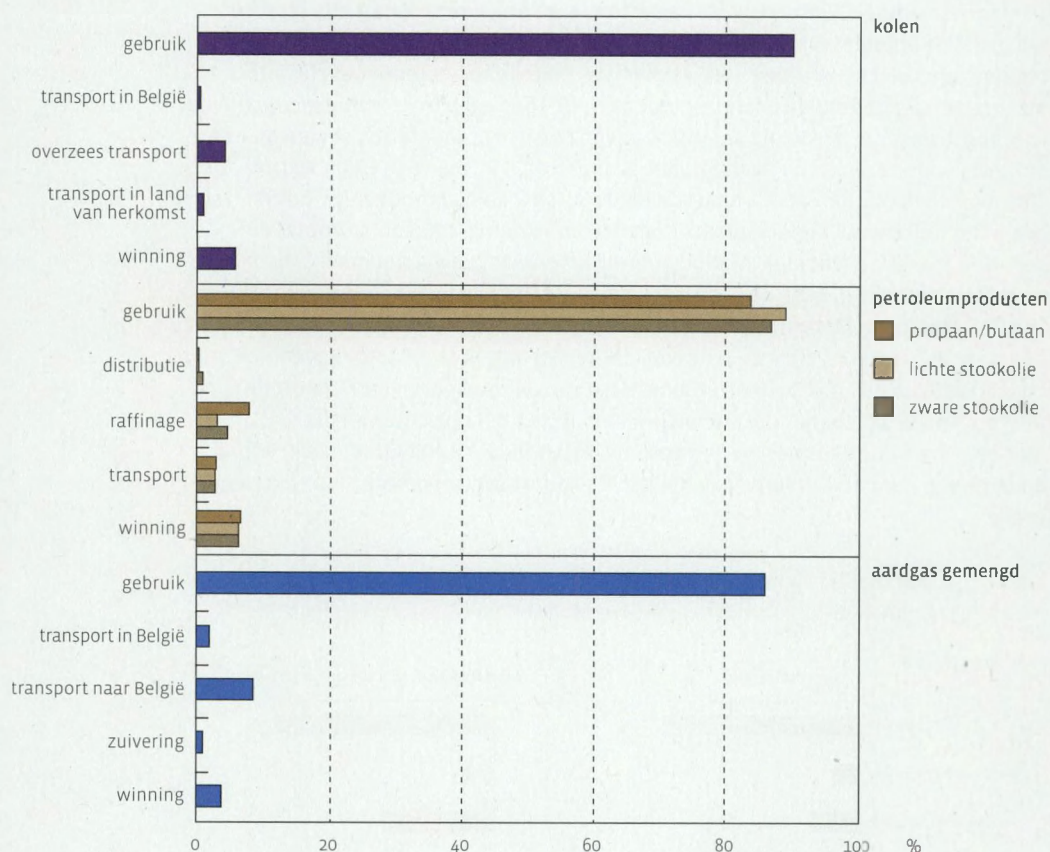


Bron: Torfs et al. (1998)

In het verleden zijn reeds studies verschenen waarin getracht werd de emissies gedurende de hele levenscyclus van brandstoffen te bepalen. De resultaten van die studies zijn niet altijd eenduidig omwille van grote onzekerheden rond data over ontginning en de verschillende/wisselende oorsprong van olie, gas en kolen. In dit hoofdstuk wordt geen poging gedaan om die studies over te doen. Wel werd per brandstofsoort op basis van een eerdere studie (Torfs et al., 1998) en aangevuld met de emissies bij verbranding, de grootteorde bepaald van de emissies in de verschillende stappen van elke brandstofcyclus (figuur 1.6). Daarbij werd enkel rekening gehouden met de directe emissies verbonden aan de verschillende stappen. Indirecte emissies ten gevolge van bijvoorbeeld het gebruik van hulpstoffen en hun fabricage zijn niet meegenomen.

³ Ook de installatie van voorzieningen voor hernieuwbare en nucleaire energiebronnen kan gepaard gaan met de uitstoot van broeikasgassen, althans voor zover die installatie zelf geschiedt met aanwending van fossiele energiebronnen.

Figuur 1.6: Uitstoot van broeikasgassen (CO_2 , CH_4 en N_2O) in verschillende stappen van de levenscyclus van fossiele brandstoffen



Bron: VITO gebaseerd op Torfs et al. (1998)

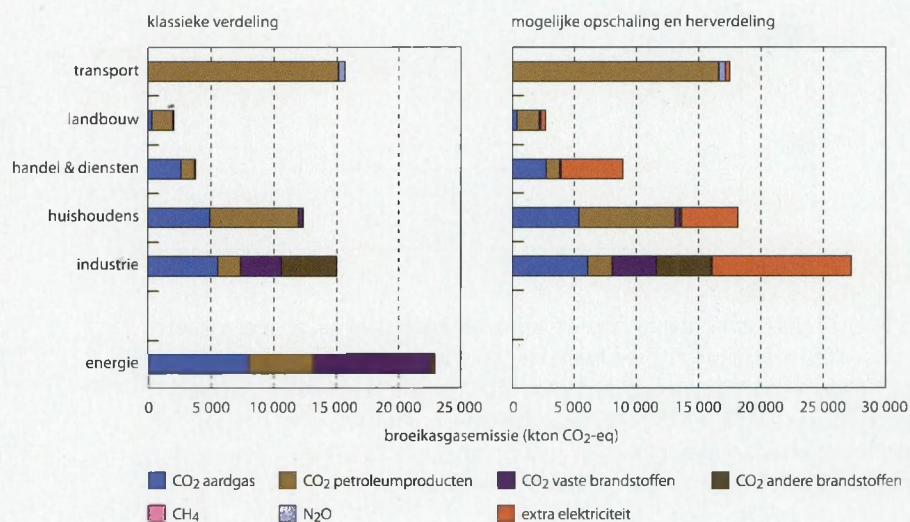
Het uiteindelijke gebruik (verbranding) van de fossiele brandstoffen omvat in een eerste benadering tussen 85 en 90 % van de broeikasgasemissies voor de hier geselecteerde brandstoffen. Grosso modo is het dus zo dat zowel voor aardgas, kolen als petroleumproducten bovenop de eigenlijke verbrandingsemissies bij de eindgebruiker nog 10 à 15 % bijkomende broeikasgasemissies dienen in rekening gebracht te worden ten gevolge van winning/zuivering, transport/distributie en raffinage.

Bijkomend worden de (al gezuiverde en geraffineerde) brandstoffen voor de eindgebruikers verder omgezet in elektriciteit en warmte binnen de energiesector. Op basis van de Vlaamse energiecijfers, gaat aan elke GJ elektriciteit gebruikt bij de eindgebruiker in 2006 een (energiegerelateerde) broeikasgasemissie van 110,2 kg CO_2 -equivalenten vooraf.

Een opschaling van de broeikasgasemissies voor het gebruik van fossiele brandstoffen (algemeen en afgerond verrekend als 10 % extra emissies) en een

herverdeling van de broeikasgasemissies voor elektriciteits- en warmteproductie (inclusief verliezen) over de eindsectoren aan de hand van hun elektriciteitsgebruik geeft als resultaat figuur 1.7. Links staan de broeikasgasemissies weergegeven zoals ze klassiek verdeeld worden over alle sectoren. Daarbij worden voor alle sectoren (inclusief de energiesector) enkel de emissies verrekend die in Vlaanderen plaatsvinden. Rechts worden voor de eindgebruikers van energie – dat zijn alle sectoren uitgezonderd de energiesector zelf – de toeslagen in rekening gebracht voor winning, transport, verdeling en raffinage van fossiele brandstoffen samen met de emissies voor de omzetting van fossiele brandstoffen in elektriciteit en warmte. Deze zijde van de figuur omvat dus naast de emissies op Vlaams grondgebied ook emissies die in het buitenland kunnen plaatsvinden (voor winning, transport). Vooral de sectoren met een groot elektriciteitsgebruik krijgen op die manier meer broeikasgasemissies toebedeeld. Door de herverdeling en opschaling neemt vooral het aandeel van de industrie in de totale broeikasgasuitstoot toe: het aandeel van de industrie bedraagt aan de linkerzijde 21 %, terwijl dat rechts vergroot tot 37 %. Bovendien stijgt de uitstoot van de huishoudens uit boven die van de transportsector. De totale uitstoot van de sector handel & diensten verdubbelt ten opzichte van de niet-opgeschaalde emissies. Voor transport en landbouw is het effect klein, vooral omwille van hun relatief (ten opzichte van de andere sectoren) lage elektriciteitsgebruik.

Figuur 1.7: Opschaling en herverdeling broeikasemissies (CO₂, CH₄ en N₂O) gerelateerd aan energiegebruik naar de eindgebruikers (Vlaanderen, 2006*)



* voorlopige cijfers

Links staan de broeikasgasemissies ter hoogte van de sector waar de uitstoot plaatsvindt. Rechts zijn de emissies voorafgaand aan de energielevering herverdeeld naar de eindgebruikers.

Bron: VITO gebaseerd op MIRA Kernset Milieudata 2007 en Torfs et al. (1998)

Deze herverdeling is slechts een eerste stap. Er kan nog verder gegaan worden: uiteindelijk worden er uit diverse sectoren producten en diensten geleverd aan de eindgebruikers. Elk product en elke dienst vertegenwoordigt een bepaalde hoeveelheid energiegebruik en bijhorende emissies. Daardoor deelt elke gebruiker/consument mee in de verantwoordelijkheid voor die emissies. De uitdaging is enerzijds bij de verschillende productieprocessen energie zo efficiënt mogelijk te benutten en gebruik te maken van (alternatieve) energiebronnen die in hun levenscyclus minder emissies voortbrengen. Anderzijds is het aan de gebruikers om na te denken en zich te informeren bij aankoop en gebruik van goederen en diensten. Beide kanten kunnen hun bijdrage leveren aan een reductie van de behoefte aan energie en zo ook de totale broeikasgasemissie verminderen.

**Meer informatie over *Energie en Klimaatverandering* op
www.milieurapport.be.**



Referenties

Aernouts K. & Jespers K. (2007)
Energiebalans Vlaanderen 2005:
Onafhankelijke methode, VITO, Mol,
rapport 2007/IMS/R/188.

Bundesanstalt für Geowissenschaften
und Rohstoffe (2007) Reserves, Resources
and Availability of Energy Resources 2005.

Peeters E., Aernouts K. & Daems T. (2007)
WKK-inventaris Vlaanderen - stand van
zaken 2006, VITO, Mol, rapport
2007/ETE/R/126.

Torfs R. et al. (1998) Broeikasgasemissies,
verzurende emissies en energiegebruik
voor levering van energiedragers vanaf
de ontginning tot aan de eindgebruiker,
VITO, Mol, 1998/PPE/R/154.

VREG (2007) Marktrapport - De Vlaamse
energiemarkt in 2006.

Guy Maes, Departement PIH, Hogeschool
West-Vlaanderen

Thierry Van Craenenbroeck, VREG

Marc Van den Bosch, VOKA - Vlaams
Economisch Verbond

Ronny Vercruyssen, VMM

Lectoren

Bram Claeys, Bond Beter Leefmilieu
Vlaanderen vzw

Donaat Cosaert, viWTA, Vlaams
Parlement

Luc De Bock, Opzoekingscentrum voor de
Wegenbouw

Bert De Wel, Minaraad

Luk Deurinck, Belgische Petroleum
Federatie

Nadine Dufait, VEA

Chris Dutry, Gezinskrant De Bond

Bruno Eggermont, Fedustria

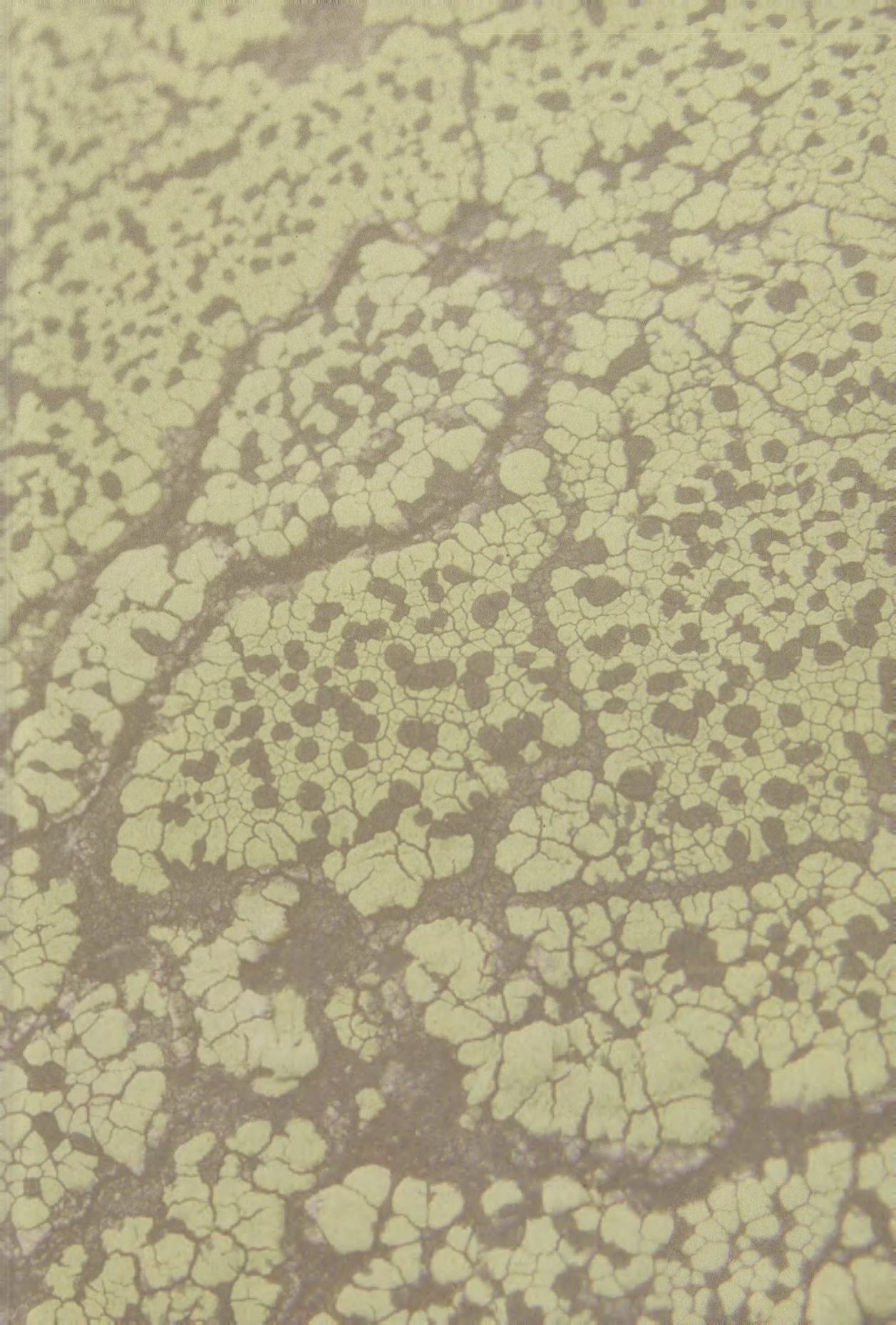
Steven Harlem, FEBEG

Gwen Huyge, **Luc Van Nuffel**, Electrabel
nv

Jan Kretzschmar, Departement
Toegepaste Biologische Wetenschappen,
UA

Sofie Luyten, Afdeling Milieu-, Natuur- en
Energiebeleid, Departement LNE

Claude Lybeer, WES vzw



2

Hoofdpijnen

- De industrie levert een belangrijke bijdrage tot de milieudruk in Vlaanderen, maar deed reeds heel wat inspanningen om haar eco-efficiëntie te verbeteren. In de periode 1995-2006 steeg de industriële productie met 31 % en trad absolute ontkoppeling op met de emissie van broeikasgassen, verzurende stoffen, vermestende stoffen en ozonprecursoren en met watergebruik. Het energetisch energiegebruik en de afvalproductie namen verder toe, maar minder snel dan de industriële productie. De deelsector chemie kon in het algemeen de beste resultaten op vlak van eco-efficiëntieverbetering voorleggen.
- De milieudruk overeenstemmend met de twee 'nieuwe' drukindicatoren humane toxiciteit en ecotoxiciteit nam aanzienlijk af tussen 1995 en 2006.
- Tussen 1999 en 2006 vervijfvoudigde het aantal industriële bedrijven met een gecertificeerd milieuzorgsysteem (ISO 14001 en EMAS). Het aandeel van gecertificeerde bedrijven in de totale bruto toegevoegde waarde van de industrie steeg in die periode echter maar met 60 %, en bedroeg in 2006 27 % van de totale bruto toegevoegde waarde. Dit wijst erop dat vooral kleinere bedrijven gecertificeerd werden. Aanwezigheid van een milieuzorgsysteem biedt aan bedrijven een kader om hun eco-efficiëntie te verbeteren.
- Duurzame bedrijventerreinen en de ontplooiing van clusteractiviteiten kennen een opmars en kunnen in de toekomst bijdragen tot een verbeterde eco-efficiëntie.

Industrie

Eco-efficiënter produceren met toenemende aandacht voor milieuzorg en duurzaamheid

Carlo Vandecasteele, Jo Van Caneghem, Departement Chemische Ingenieurstechnieken, K.U.Leuven

Chantal Block, Departement Chemie, Leuven Engineering School Groep T

Greet Van Eetvelde, Milieu- en Ruimtebeheer, UGent

Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Inleiding

Het laatste decennium is de industrie erin geslaagd om de milieudruk te ontkoppelen van de economische ontwikkeling door technologische verbeteringen en het gebruik van milieuvriendelijke producten. Nochtans levert de industrie nog altijd een belangrijke bijdrage aan de milieudruk in Vlaanderen. Zo bedraagt het aandeel van de industrie in de loodemissie naar de lucht 85 % en kan 40 % van het bruto binnenlands energiegebruik op rekening van de industrie worden geschreven.

Dit hoofdstuk start met een bespreking van de eco-efficiëntie van de industrie in Vlaanderen voor de periode 1995-2006. De productie-index, een conjunctuurindicator die de evolutie van de industriële productie registreert, steeg in deze periode met 31 %. De analyse is gebaseerd op drukindicatoren die het volledige milieuspectrum overspannen en die representatief zijn voor de milieuthema's klimaatverandering, verzuring, fotochemische luchtverontreiniging, humane toxiciteit, ecotoxiciteit, vermisting, watergebruik, energetisch energiegebruik en afvalproductie. Er wordt gewerkt met relatieve drukindicatoren, die worden verkregen door de absolute drukindicatoren (brongebruik en emissies) te delen door de productie-index van de industrie. Naast een bespreking voor de totale industrie, wordt ook telkens de evolutie van de eco-efficiëntie van de verschillende deelsectoren in beeld gebracht.

Vervolgens wordt in dit hoofdstuk ingegaan op de evolutie van de implementatie van milieuzorgsystemen, meer bepaald ISO 14001 en EMAS. Milieuzorgssystemen laten bedrijven toe in een georganiseerd kader hun eco-efficiëntie verder te verbeteren. Het beschikken over een milieuzorgsysteem is een van de instrumenten waaraan de milieu-inspanningen van een bedrijf kunnen worden getoetst.

Ten slotte wordt aandacht geschonken aan de groeiende aandacht voor maatschappelijk verantwoord ondernemen, dat zich ondermeer manifesteert in het 'verduurzamen' van bedrijventerreinen, interbedrijfssamenwerking en collectief ondernemen, dit alles vanuit het oogpunt van een verbeterde eco-efficiëntie.

2.1 Eco-efficiëntie van de industrie en de deelsectoren

Evaluatie aan de hand van negen indicatoren

De eco-efficiëntie van de industrie wordt hier geëvalueerd aan de hand van negen relatieve drukindicatoren (zogenaamde partiële eco-efficiëntie-indicatoren), die elk betrekking hebben op een belangrijk milieuthema (Guinée et al., 2001):

- 1 *Klimaatverandering*, waarbij voor de stoffen of stofgroepen CO₂, SF₆, PFK, N₂O, CH₄ en HFK de jaarlijkse emissie met de overeenkomstige *Global Warming Potential* wordt vermenigvuldigd en gesommeerd, met als resultaat een totale emissie in CO₂-eq.
- 2 *Verzuring*, waarbij voor de stoffen SO₂, NO_x en NH₃ de jaarlijkse emissie met de overeenkomstige *Acidification Potential* wordt vermenigvuldigd, met als resultaat een emissie in zuurequivalenten (Zeq).
- 3 *Fotochemische luchtverontreiniging*, waarbij voor de stoffen toluen, benzeen, SO₂, NO_x, CH₄, CO, formaldehyde, tetrachlooretheen en xyleen-isomeren de jaarlijkse emissie met de overeenkomstige *Photochemical Ozone Creation Potential* (POCP) wordt vermenigvuldigd en gesommeerd, met als resultaat een emissie in equivalente hoeveelheid etheen (etheen-eq) (Jenkin & Hayman, 1999). Voor bijna alle stoffen die aanleiding geven tot fotochemische luchtverontreiniging is de POCP bekend.
- 4 *Humane toxiciteit*, hierbij worden organische en anorganische toxische componenten die invloed hebben op de menselijke gezondheid in beschouwing genomen (PM, PAK's, benzeen, dioxines, SO₂, NO_x, CS₂, H₂S, formaldehyde, As, Cd, Cr(III), Hg, Ni, Pb ...). De jaarlijkse emissie van elke component, zowel naar lucht als naar water, wordt met de overeenkomstige *Human Toxicity Potential* vermenigvuldigd en gesommeerd met als resultaat een equivalente hoeveelheid 1,4-dichloorbenzeen (Huijbregts et al., 2000).
- 5 *Ecotoxiciteit*, hierbij worden organische en anorganische schadelijke componenten die invloed hebben op de ecotoxiciteit in beschouwing genomen (PAK's, benzeen, dioxines, formaldehyde, As, Cd, Cr(III), Hg, Ni, Pb ...). De jaarlijkse emissie van elke component, zowel naar lucht als naar water, wordt met de relevante *Ecotoxicity Potential* vermenigvuldigd en gesommeerd. Er wordt een equivalente hoeveelheid 1,4-dichloorbenzeen verkregen (Huijbregts et al., 2000).
- 6 *Vermesting* (eutrofiëring), waarbij voor stikstof- en fosforhoudende componenten de jaarlijkse emissie naar de lucht, het water en de bodem naar vermistingssequivalenten (Meq, 1 Meq=1 kton P + 10 kton N) wordt omgerekend.
- 7 *Afvalproductie*, omvat de totale hoeveelheid geproduceerd primair afval (zowel gevaarlijk als niet gevaarlijk) door de industrie, exclusief de bouwsector.
- 8 *Energetisch energiegebruik*, omvat het gebruik van energiedragers zoals steenkool, aardgas en elektriciteit voor toepassingen zoals proceswarmte en aandrijving. Het niet-energetisch energiegebruik, zijnde het gebruik van energiedragers als grondstof (bv. aardgas voor de productie van ammoniak) is dus niet meegenomen.
- 9 *Watergebruik*, omvat het industrieel gebruik van leiding-, grond-, regen- en oppervlaktewater (exclusief koelwater).

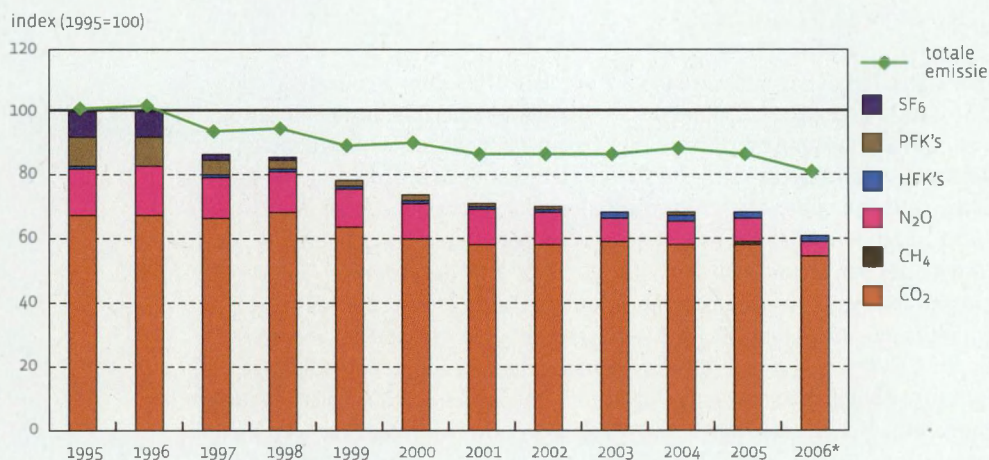
Bij de bespreking van de resultaten worden per milieuthema twee figuren getoond. In de eerste figuur toont de lijngrafiek de evolutie van de milieudruk (brongebruik, emissie, lozingen) voor de periode 1995-2006, waarbij de milieudruk in het jaar 1995 gelijk gesteld werd aan 100. Een indexwaarde kleiner dan 100 duidt dus op een daling van de milieudruk. Dezelfde figuur toont met een staafdiagram de evolutie van de eco-efficiëntie door de milieudruk telkens te delen door de productie-index, eveneens uitgedrukt als indexwaarde met 1995=100. De tweede figuur brengt de evolutie van de eco-efficiëntie van de deelsectoren in beeld. Hiervoor is de milieudruk van de deelsectoren telkens gedeeld door de productie-index van de deelsector en uitgedrukt als indexwaarde (1995=100). Een daling wijst op een verbeterde eco-efficiëntie: per eenheid van productie wordt minder milieudruk veroorzaakt. Hoe sterker de daling, hoe hoger de eco-efficiëntieverbetering.

Broeikasgasemissie daalt, maar CO₂-uitstoot vermindert slechts weinig

De broeikasgasemissie (in CO₂-eq) door de industrie daalde met 20 % tussen 1995 en 2006 (figuur 2.1). De broeikasgasemissie per productie-index, daalde over dezelfde periode met 39 % (absolute ontkoppeling). De daling van de broeikasgasemissie verloopt de laatste jaren trager en de SF₆, PFK- en N₂O-emissies dalen sterker dan de CO₂-emissie, terwijl de CH₄- en HFK-emissies toenemen. De daling is dus eerder het gevolg van een afname van procesemissies dan van de energetische CO₂-emissie. Het Klimaatsbeleidsplan 2006-2012 wil de broeikasgasemissie door de industrie verder zien dalen en de eco-efficiëntie zien verhogen via maatregelen zoals het maximaliseren van de energie-efficiëntie, het terugdringen van N₂O-emissie van de chemische industrie, de verdere reductie van F-gasemissie en financiële tegemoetkomingen aan bedrijven via een ecologiepremie.

43

Figuur 2.1: Emissie van broeikasgassen door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2006). De curve geeft de totale emissie van broeikasgassen in CO₂-eq. (100=25 400 kton)

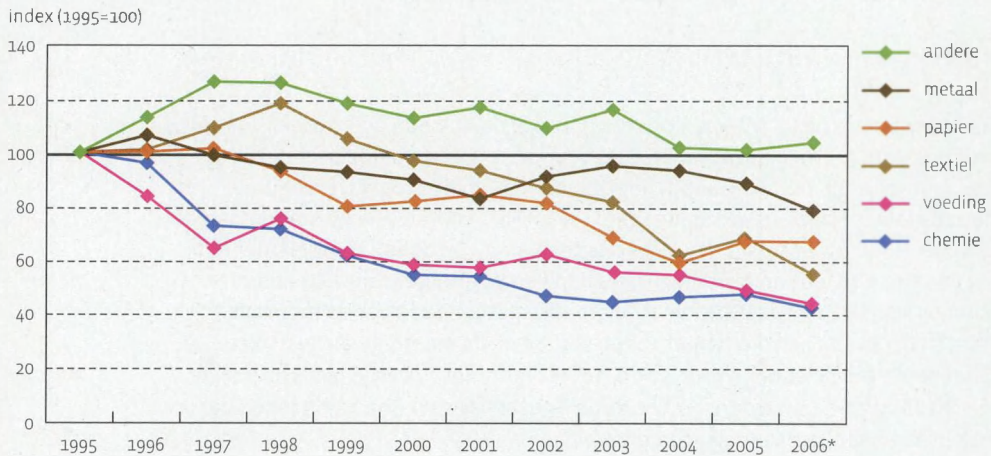


* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Figuur 2.2 geeft de evolutie van de broeikasgasemissie van elke industriële deelsector per productie-index van de deelsector. Chemie en voeding kenden ten opzichte van 1995 de sterkste eco-efficiëntieverbetering. In absolute cijfers zijn chemie en metaal veruit de belangrijkste deelsectoren. Zij zijn verantwoordelijk voor respectievelijk 52 % en 26 % van de totale industriële broeikasgasemissie in 2006 (20 403 kton CO₂-eq). Onder 'andere industrieën' worden verstaan de activiteiten van NACE-BEL-code 13, 14, 20, 25, 26, 36, 37, 41, 45 (houtnijverheid, bouw, graverijen, metaalartsen en delfstoffen, rubberverwerkende nijverheid ...)

Figuur 2.2: Broeikasgasemissie van de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)



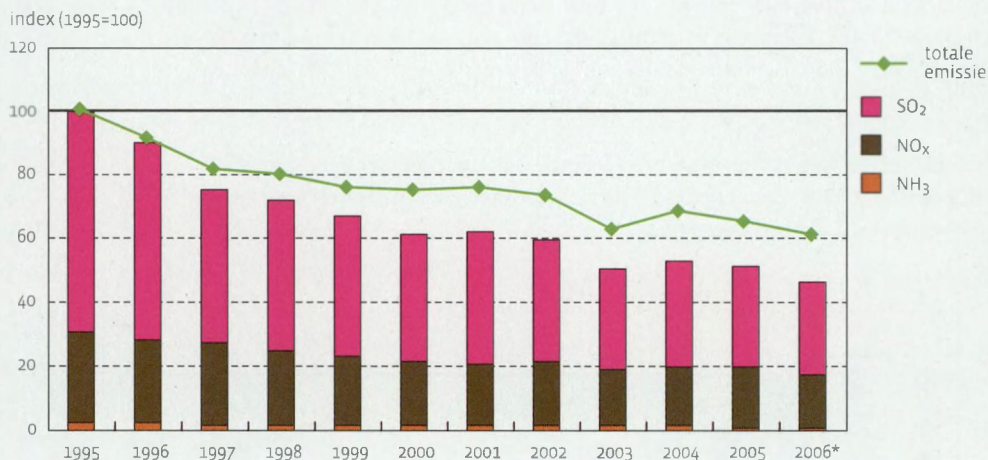
* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Sterk verminderde verzurende emissies, vooral te danken aan de reductie van de SO₂-uitstoot

Uit figuur 2.3 blijkt dat de emissie van verzurende stoffen door de industrie met 39 % daalde tussen 1995 en 2006. De emissie per productie-index daalde over dezelfde periode met 54 % (absolute ontkoppeling). De emissies van SO₂ en NH₃ daalden relatief sterker dan deze van NO_x. De SO₂-emissie daalde vooral dank zij het gebruik van brandstoffen met een lager zwavelgehalte (vooral aardgas). De bijdrage van SO₂ in de verzurende emissie blijft evenwel het belangrijkste binnen de industrie. De NO_x- en SO₂-emissies van de industrie zijn voor een belangrijk deel te wijten aan verbrandingsinstallaties voor de productie van warmte en/of de interne productie van elektriciteit en houden dus niet altijd rechtstreeks verband met de gevoerde processen. De verstrenging van de emissievoorwaarden voor stookinstallaties, goedgekeurd door de Vlaamse Regering in 2004, zal een verdere emissiereductie met zich meebrengen. Emissies van SO₂ en NO_x kunnen verder gereduceerd worden door overschakeling van vaste of vloeibare fossiele brandstoffen naar zwavelarme brandstoffen (aardgas), procesmaatregelen of DeSO_x- en DeNO_x-installaties en een hogere energie-efficiëntie.

Figuur 2.3: Emissie van verzurende stoffen door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2006). De curve geeft de totale verzurende emissie in Zeq (100=2 524 miljoen Zeq)

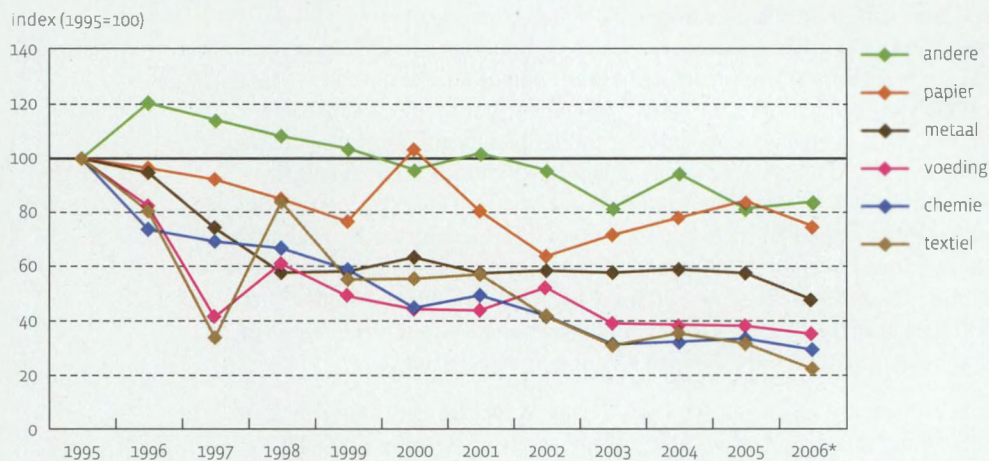


* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Textiel, chemie en voeding kenden ten opzichte van 1995 de sterkste eco-efficiëntieverbetering, hoofdzakelijk ten gevolge van een vermindering van de SO₂-emissie (figuur 2.4). Absoluut leveren de deelsectoren metaal, andere industrieën en chemie de belangrijkste bijdragen in de verzurende emissies. Zij zijn verantwoordelijk voor respectievelijk 30 %, 29 % en 27 % van de totale industriële verzurende emissies in 2006 (1 529 miljoen Zeq).

Figuur 2.4: Emissie van verzurende stoffen door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)



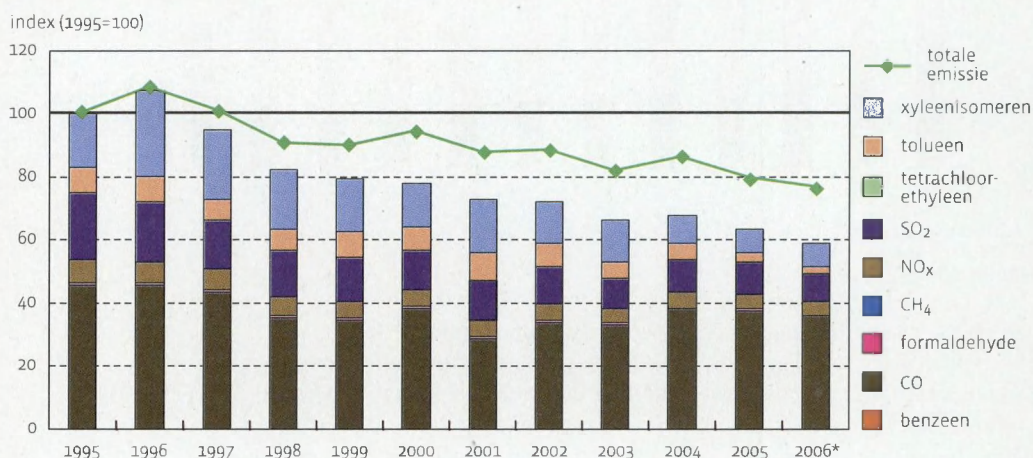
* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Uitstoot ozonprecursoren met een vierde gedaald

Uit figuur 2.5 blijkt dat de emissie door de industrie van stoffen die bijdragen tot fotochemische luchtverontreiniging (in etheen-eq), door de industrie met 23 % daalde tussen 1995 en 2006. De emissie van stoffen die bijdragen tot fotochemische luchtverontreiniging per productie-index, daalde met 41 % over dezelfde periode (absolute ontkoppeling).

Figuur 2.5: Emissie van ozonprecursoren door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2006). De curve geeft de totale emissie van ozonprecursoren in etheen-eq (100=12,5 kton etheen-eq.)

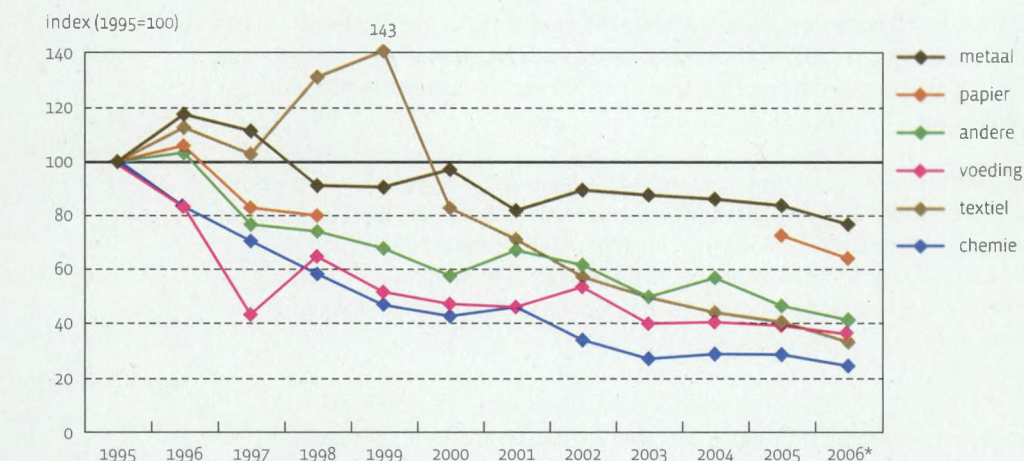


* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Zoals blijkt uit figuur 2.5 maken NMVOS (benzeen, formaldehyde, PER, toluene, xyleen-isomeren) circa 16 % uit van de emissie van ozonprecursoren door de industrie. Een belangrijke maatregel voor de vermindering van NMVOS-emissies ten gevolge van verdamping, was de implementatie van de Europese solventrichtlijn in de VLAREM wetgeving in 2001. VLAREM legt voor een ganse reeks industriële installaties emissiegrenswaarden op voor totale, geleide en/of diffuse emissies. De daling van NMVOS-emissies door de chemische industrie is het gevolg van procesoptimalisatie, het beperken van emissies bij op- en overslag, het gebruik van nageschakelde technieken en, in beperkte mate, het invoeren van de zogenaamde *Leak Detection and Repair* (LDAR) programma's voor diffuse emissies. Binnen de deelsector metaal ontstaat een groot deel van de NMVOS-emissies tijdens het walsen tot halffabrikaten ten gevolge van het verdampen van walsoliën. Het leiden en nabehandelen van die diffuse dampen vermindert de emissies.

Figuur 2.6: Emissie van ozonprecursoren door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)



* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

De chemie kende over de periode 1995-2006 de sterkste eco-efficiëntieverbetering (figuur 2.6). Absoluut levert de deelsector metaal het overgrote aandeel in de fotochemische luchtverontreiniging, dit vooral door aanzienlijke bijdragen in de emissies van CO en xyleen- isomeren. Deze deelsector is verantwoordelijk voor 77 % van de beschouwde emissies in 2006 (9 632 ton etheen eq). Door de zeer sterk wisselende toluëenemissies van één enkel bedrijf uit de papiersector werd de periode 1999-2004 niet weerhouden in de analyse van die deelsector.

Sterk gereduceerde emissies en lozingen van humaan toxische stoffen

De totale emissie door de industrie van componenten die bijdragen tot de humane toxiciteit (in 1,4- dichloorbenzeen-eq) daalde tussen 1995 en 2006 met 36 %. Over dezelfde periode daalde de emissie van diezelfde componenten per productie-index met 51 % (absolute ont koppeling).

De emissie van *organische componenten* die bijdragen tot de humane toxiciteit¹ in de lucht, per productie-index, daalde sterk tussen 1995 en 2001 (65 %) om vervolgens weer enigszins toe te nemen. In 2006 lag die emissie nog 49 % lager dan in 1995. De belangrijkste bijdrage komt van de PAK's. Het aandeel van de andere organische componenten inclusief dioxines is na 1999 verwaarloosbaar. De emissie van zware metalen² naar de lucht, per productie-index, daalde eveneens sterk en bedroeg in 2006 slechts 10 % van de bijdrage van de organische componenten. De emissie van zware metalen is hoofdzakelijk afkomstig van de non-ferro industrie. Aangezien zware metalen veelal gebonden zijn op stofdeeltjes, zal een verdere reductie van de stofemissies tevens een reductie van de uitstoot van zware metalen met zich meebrengen. De bijdrage van *andere anorganische verbindingen*³ is nog geringer

¹ De beschouwde componenten zijn: 1,2-dichloorethaan, 2,3,7,8-TCDD, benzeen, formaldehyde, PAKs PER, toleen, vinylchloride, xyleen

² De beschouwde componenten zijn: As, Be, Cd, Co, Cr(III), Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Ti, V, Zn

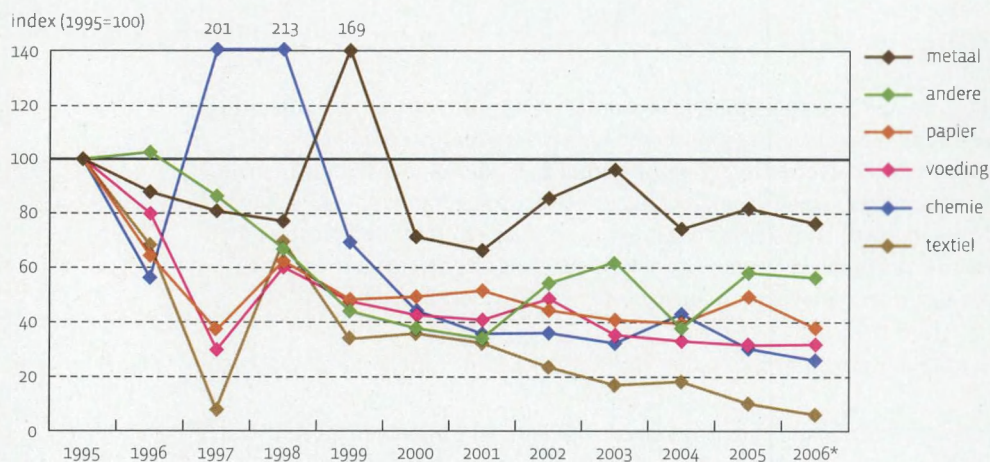
³ De beschouwde componenten zijn: CS₂, H₂S, NH₄⁺, NO_x, PM₁₀, SO_x

(minder dan 1 % van die van de organische componenten); deze emissie per productie-index daalde met 46 %.

De lozing van *componenten* die bijdragen tot de humane toxiciteit ⁴ in het oppervlaktewater, per productie-index daalde met 60 % tussen 1995 en 2006. De bijdrage ervan is verwaarloosbaar tegenover de humane toxiciteit van de stoffen geëmitteerd naar de lucht.

In 2006 emitteerde de deelsector 'andere industrieën' veruit de grootste hoeveelheid stoffen (een aandeel van 77 %) die bijdragen tot humane toxiciteit, hoofdzakelijk ten gevolge van PAK-emissies naar de lucht bij onder meer houtverduurzaming. De deelsectoren textiel en chemie kenden de hoogste eco-efficiëntieverbetering. De emissie gedeeld door de productie-index door de deelsector metaal veranderde slechts weinig.

Figuur 2.7: Emissie van stoffen die bijdragen tot de humane toxiciteit door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)



* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

⁴ De beschouwde componenten zijn: As, Cd, Cr(III), Cu, Hg, Ni, Pb, Zn

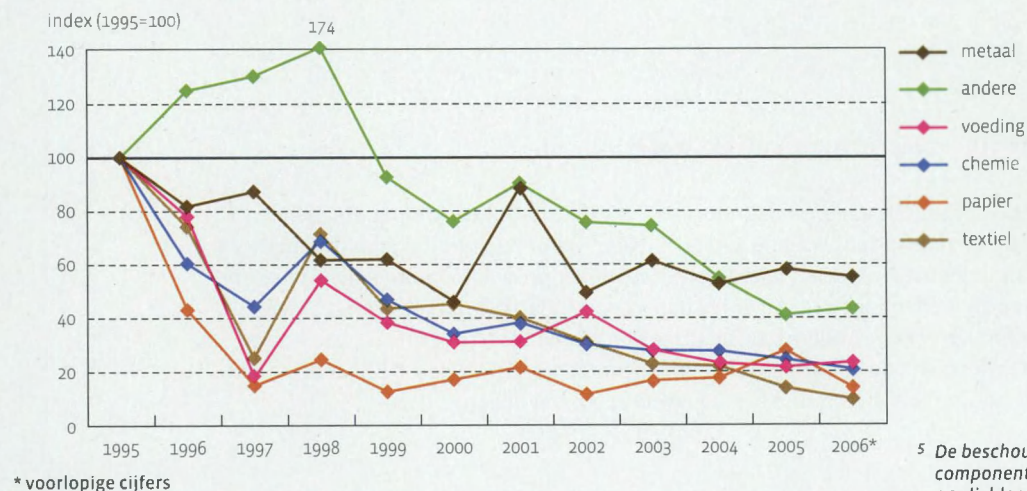
Emissie van ecotoxische stoffen tot ongeveer een derde terug gebracht

Hier wordt de emissie naar de *lucht* beschouwd van *organische componenten*⁵ en van *anorganische componenten*⁶ die bijdragen tot de ecotoxiciteit, evenals de emissie van ecotoxische stoffen door de industrie naar het *oppervlaktewater*⁷. De totale emissie (lucht en oppervlaktewater) door de industrie van de beschouwde componenten die bijdragen tot de ecotoxiciteit (in 1,4-dichloorbenzeen eq) daalde tussen 1995 en 2006 met 62 %. Over dezelfde periode daalde de totale emissie van deze componenten gedeeld door de productie-index, met 71 % (absolute ont koppeling).

De textielsector kende de sterkste eco-efficiëntieverbetering, gevolgd door de papier- en de chemiesector. De emissiedalingen zijn vooral het gevolg van het terugdringen van de vanadium- en nikkel-emissie naar de lucht en de nikkel-, koper- en zinkemissies naar het water (de piek voor ander industrieën in 1998 is het gevolg van een hoge nikkelemissie). In absolute cijfers leveren de deelsectoren chemie en metaal de grootste bijdragen in de emissie van ecotoxische componenten. Die deelsectoren zijn verantwoordelijk voor 32 % en 27 % van de beschouwde emissies in 2006 (122,2 kton 1,4-dichloorbenzeen eq).

Figuur 2.8: Emissie van ecotoxische componenten door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)

49



⁵ De beschouwde componenten zijn: 1,2-dichloorethaan, 2,3,7,8-TCDD, benzeen, formaldehyde, PAK, PER, toleen, vinylchloride, xyleen

⁶ De beschouwde componenten zijn: As, Be, Cd, Co, Cr(III), CS₂, Cu, Hg, Ni, Pb, Sb, Se, Tl, V, Zn

⁷ De beschouwde componenten zijn: As, Cd, Cr(III), Cu, Hg, Ni, Pb, Zn

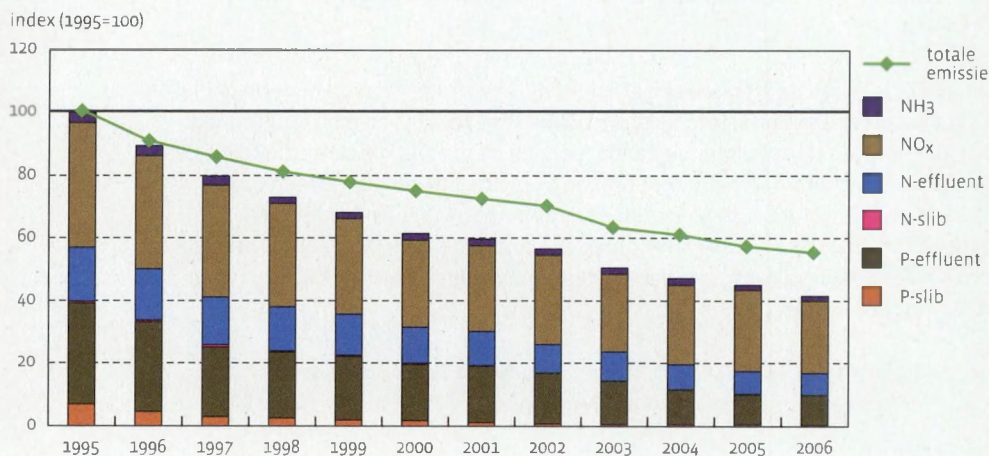
Bron: NIS, VMM

Vermestende emissie sterk gereduceerd

Uit figuur 2.9 blijkt dat de totale emissie naar lucht, oppervlaktewater en bodem (grondwater) van vermistende componenten (in vermistingssequivalenten, Meq) door de industrie met 45 % daalde van 1995 tot 2006. Over dezelfde periode daalde de totale emissie van vermistende componenten per productie-index met 58 % (absolute ont koppeling).

50 % van de vermisting is het gevolg van effluentenlozing in het oppervlaktewater, 45 % van de vermisting is het gevolg van NO_x - en NH_3 -emissie naar de lucht (hierin heeft NO_x een aandeel van 95 %). De overige 5 % van de vermisting door de industrie is het gevolg van contact tussen waterzuiveringsslib en bodem.

Figuur 2.9: Emissie van vermistende stoffen door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2006). De curve geeft de totale emissie van vermistende stoffen in Meq (100 = 2,5 Meq)



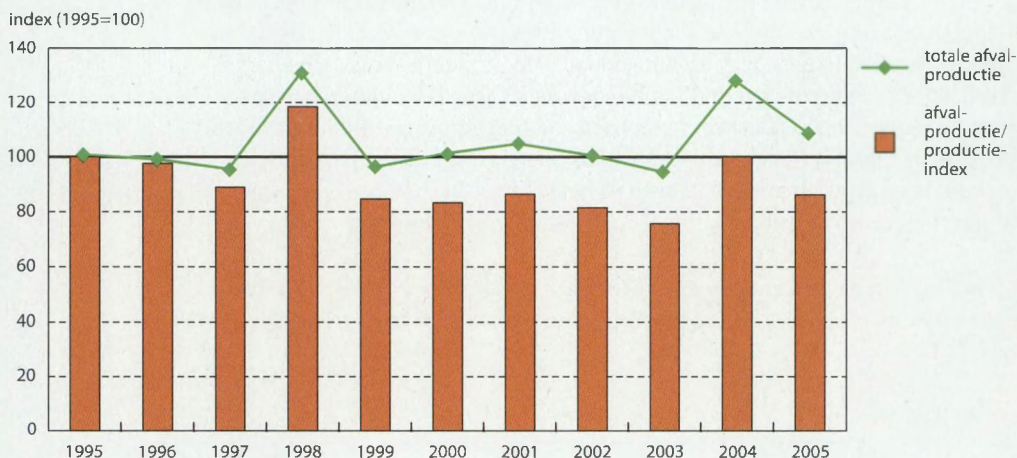
* voorlopige cijfers

Bron: NIS, VMM

Productie van primair afval daalt niet

De totale productie van primair industrieel afval (excl. bouw- en sloopafval) in Vlaanderen nam in 2005 toe met 8 % t.o.v. 1995. Figuur 2.10 toont dat de productie van primair industrieel afval in Vlaanderen gedeeld per productie-index, een fluctuerend verloop kent en in 2005 14 % lager lag dan in 1995 (relatieve ontkoppeling). Om de inspanningen van de andere deelsectoren voldoende tot hun recht te laten komen, zijn de cijfers van de bouwsector niet meegenomen in figuur 2.10. De hoeveelheden bouw- en sloopafval vertonen immers grote schommelingen.

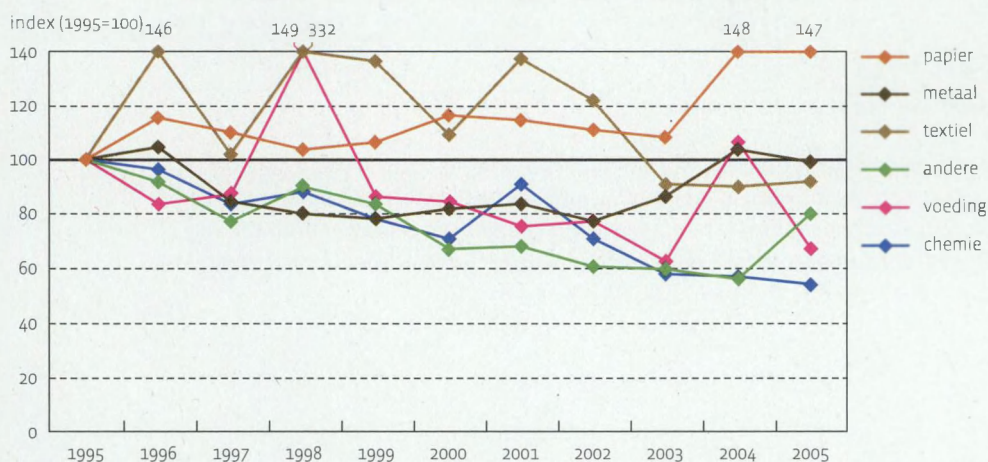
Figuur 2.10: Productie van primair industrieel afval (excl. bouw- en sloopafval) per productie-index (Vlaanderen, 1995-2005). De curve geeft de totale hoeveelheid primair bedrijfsafval in miljoen ton (100=7,8 miljoen ton)



Bron: NIS, OVAM

Voor de meeste deelsectoren wijzigde de hoeveelheid afval per productie-index weinig. De chemie kende de sterkste verbetering van de eco-efficiëntie, gevolgd door de voeding. In absolute cijfers leverden de deelsectoren metaal en voeding de grootste bijdragen in de productie van primair afval (respectievelijk 38 % en 34 % van de afvalproductie in 2006).

Figuur 2.11: Productie van primair industrieel afval (excl. bouw- en sloopafval) door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2005)

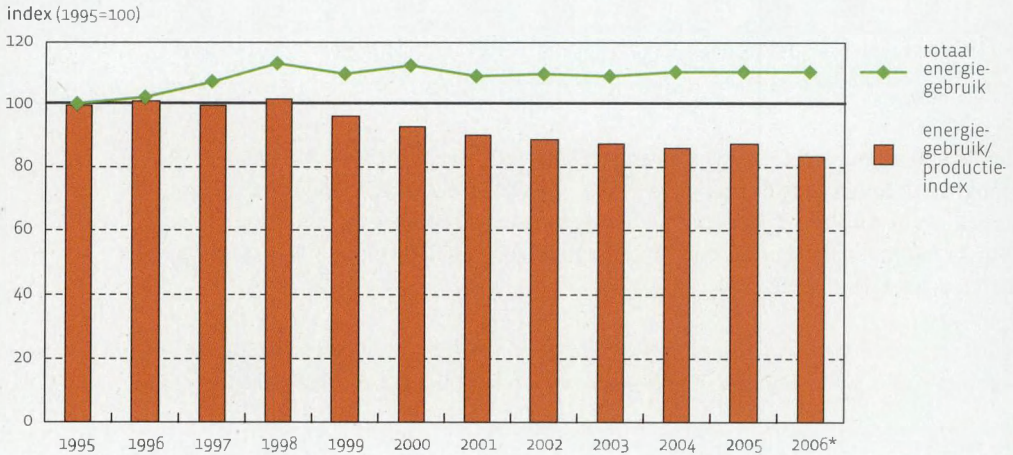


Bron: NIS, OVAM

Energetisch energiegebruik reeds jaren status quo

Het totaal energetisch energiegebruik in de industrie lag in 2006 10 % hoger dan in 1995, dit als gevolg van het toenemend gebruik van vaste brandstoffen, petroleum-producten, gas en elektriciteit, o.a. door ingebruikname van verschillende nieuwe kraakinstallaties. Figuur 2.12 geeft het verloop weer van het energetisch energiegebruik door de industrie per productie-index: vanaf 1999 zette zich een lichte gestage daling in. In 2005 lag het energetisch energiegebruik per productie-index 16 % lager dan in 1995 (relatieve ontkoppeling). Beleidsinstrumenten zoals benchmarking- en auditconvenant evenals het Vlaamse besluit inzake energieplanning moeten in de toekomst het industriële energiegebruik doen dalen.

Figuur 2.12: Energetisch energiegebruik door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2006). De curve geeft het totale energetische energiegebruik in PJ (100=353 PJ)

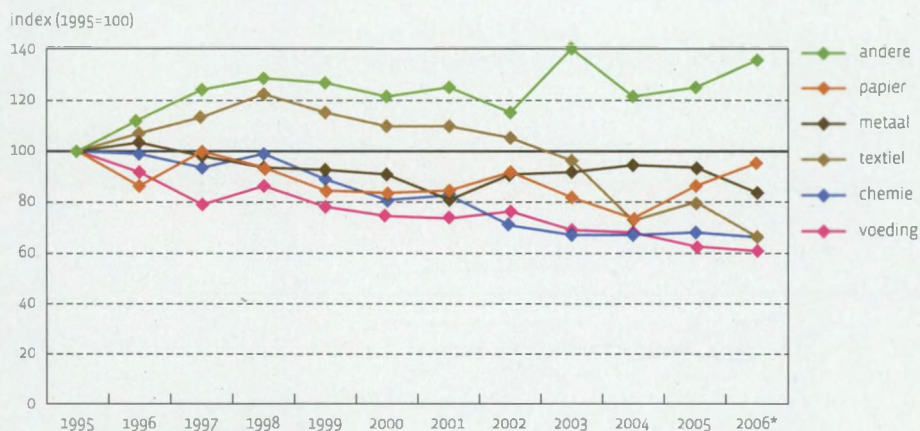


* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO, NIS

De voedingssector kende de sterkste daling tussen 1995 en 2006, gevolgd door de chemie- en de textielnijverheid. Absoluut leveren de deelsectoren chemie, metaal en andere industrieën de grootste bijdragen in het energetisch energiegebruik. Zij zijn verantwoordelijk voor respectievelijk 39 %, 29 % en 23 % van het energetisch energiegebruik in 2006 (392 PJ).

Figuur 2.13: Energetisch energiegebruik door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2006)



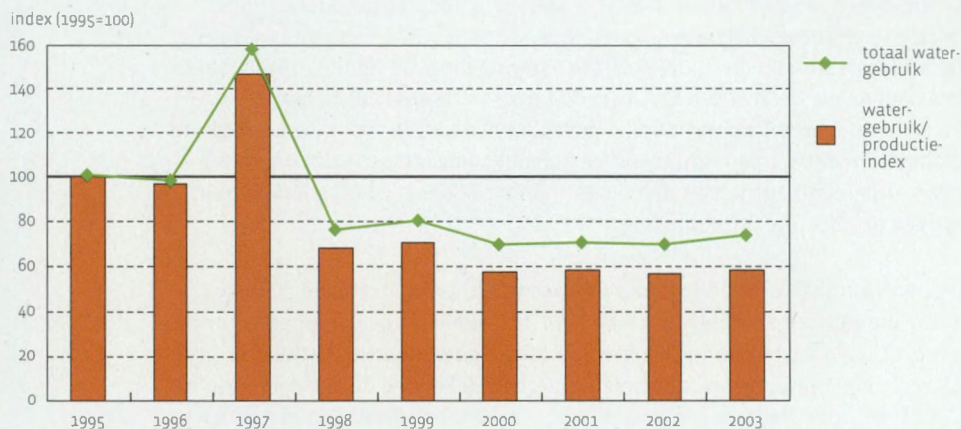
* voorlopige cijfers

Bron: Energiebalans Vlaanderen VITO, NIS

Watergebruik de laatste jaren constant

Het watergebruik in de industrie lag in 2003 (meest recente beschikbare cijfer) 27 % lager dan in 1995 (absolute ont koppeling). Figuur 2.14 geeft het verloop van het watergebruik (exclusief koelwater) door de industrie per productie-index: het daalde onafgebroken sinds 1995 (met uitzondering van een piekverbruik in 1997) en lag in 2003 41 % lager dan in 1995.

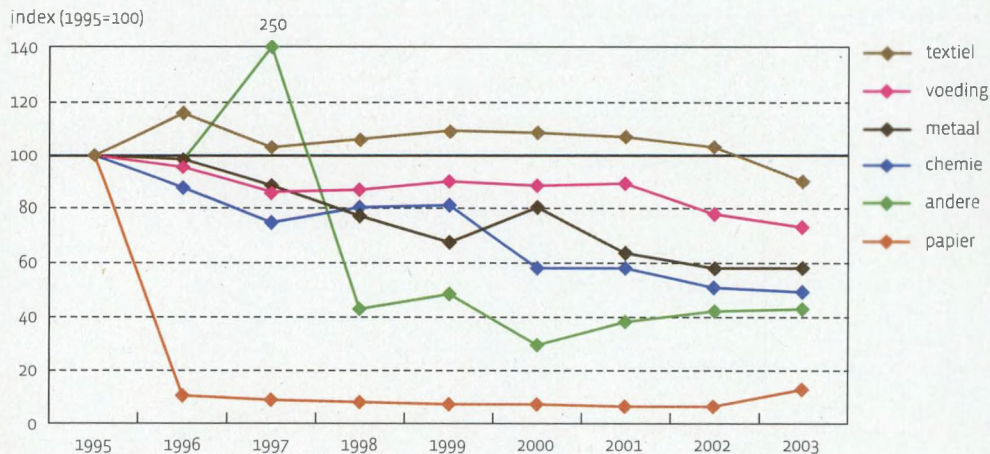
Figuur 2.14: Watergebruik door de industrie per productie-index (Vlaanderen, 1995-2003). De lijncurve geeft het totale watergebruik in miljoen m³ (100=502 miljoen m³)



Bron: VMM, NIS

Figuur 2.15 geeft de evolutie van het watergebruik per deelsector gedeeld door de productie-index van de deelsector. De deelsector papier kende de sterkste daling tussen 1995 en 2003, gevolgd door andere industrieën en chemie.

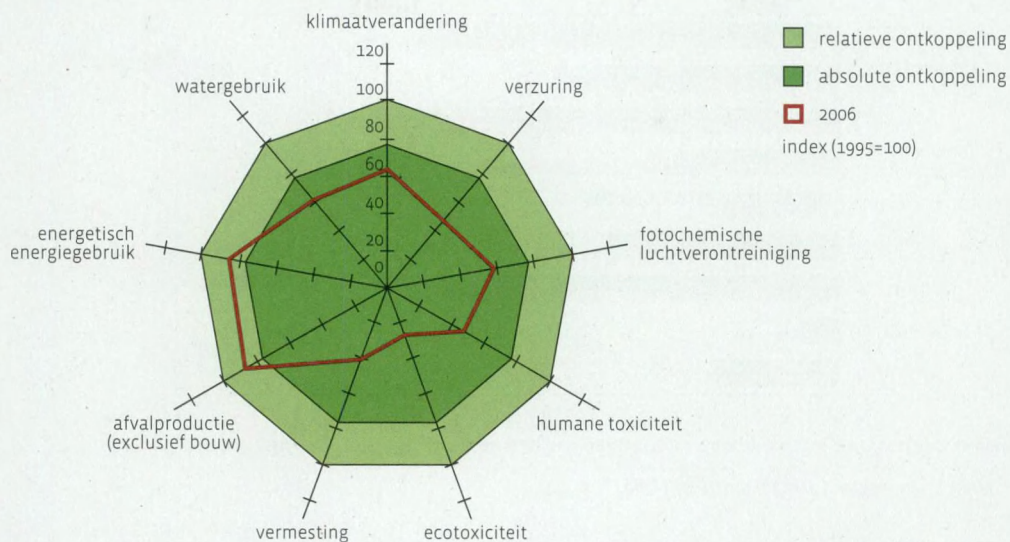
Figuur 2.15: Watergebruik door de deelsectoren per productie-index van de deelsector (Vlaanderen, 1995-2003)



Verbetering van eco-efficiëntie: ont koppeling voor alle negen onderzochte milieuthema's

De polygoon in figuur 2.16 geeft voor alle milieuthema's de milieudruk voor 2006 gedeeld door de productie-index voor 2006, uitgedrukt in %. Dit percentage wordt vergeleken met 76 %, zijnde de verhouding tussen de productie-indexen van 1995 (=100) en 2006 (=131). Deze 76 % vormt de grens tussen absolute en relatieve ont koppeling. Wanneer de milieudruk minder sterk stijgt dan de productie-index spreekt men van relatieve ont koppeling. Wanneer de milieudruk daalt ondanks een stijgende productie spreekt men van absolute ont koppeling. Op figuur 2.16 zijn beide gebieden aangegeven. De afvalproductie (excl. bouw- en sloopafval) en het energetisch energiegebruik per productie-index daalden tussen 1995 en 2006 maar de absolute hoeveelheden namen echter toe: er trad bijgevolg relatieve ont koppeling op. Voor de 7 andere milieuthema's daalde de milieudruk per productie-index tot in het gebied van de absolute ont koppeling.

Voor de thema's klimaatverandering, fotochemische luchtverontreiniging, afvalproductie en energetisch energiegebruik kenden de chemie- en de voedingssector de grootste eco- efficiëntieverbetering, voor verzuring en humane toxiciteit waren dit de textiel- en de chemiesector. Wat betreft watergebruik kenden de deelsectoren papier en andere industrieën de grootste verbetering, voor ecotoxiciteit de textiel- en papijnerijverheid.

Figuur 2.16: Eco-efficiëntie van de industrie (Vlaanderen, 1995, 2006*)

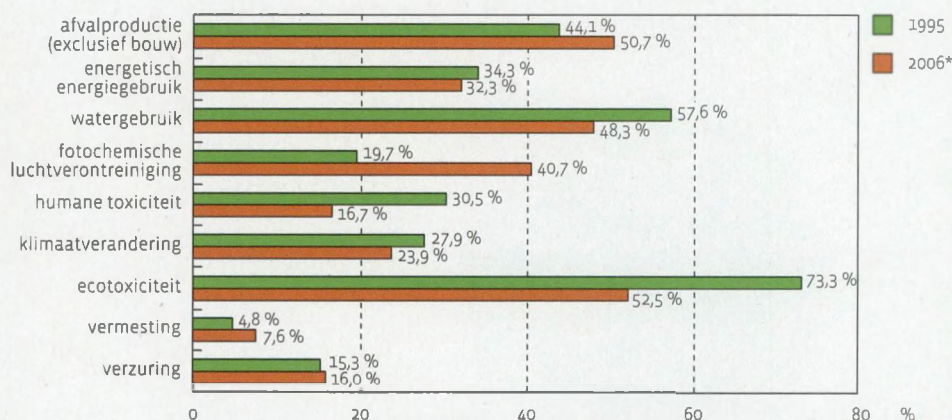
* afvalproductie: 2005, watergebruik: 2003, 2006: voorlopige cijfers voor luchtmissies en energiegebruik

Bron: NIS, OVAM, Energiebalans Vlaanderen VITO, VMM

Milieuprofiel van de industrie

Figuur 2.17 geeft het aandeel van de industrie in de hier behandelde milieuthema's voor 1995 en 2006. De industrie blijft in 2006 een zeer belangrijke speler op vlak van milieudruk. Zo is wat betreft ecotoxiciteit, afvalproductie, watergebruik, fotochemische luchtverontreiniging en energiegebruik de industrie verantwoordelijk voor grote bijdragen van respectievelijk 53 %, 51 %, 48 %, 41 % en 32 %. Voor verzuring en vermesting zijn de industriële bijdragen beperkt tot respectievelijk 16 % en 8 %. In vergelijking met 1995 daalde de bijdrage van de industrie voor energetisch energiegebruik, watergebruik, humane toxiciteit, klimaatverandering en ecotoxiciteit. Voor afvalproductie, fotochemische luchtverontreiniging, vermesting en verzuring nam het aandeel van industrie evenwel toe.

Figuur 2.17: Milieuprofiel van de industrie (Vlaanderen, 1995, 2006*)



* afvalproductie: 2005, watergebruik: 2003, 2006: voorlopige cijfers voor luchtmissies en energiegebruik

Bron: OVAM, Energiebalans Vlaanderen VITO, VMM

2.2 Milieuzorg en milieuzorgsystemen

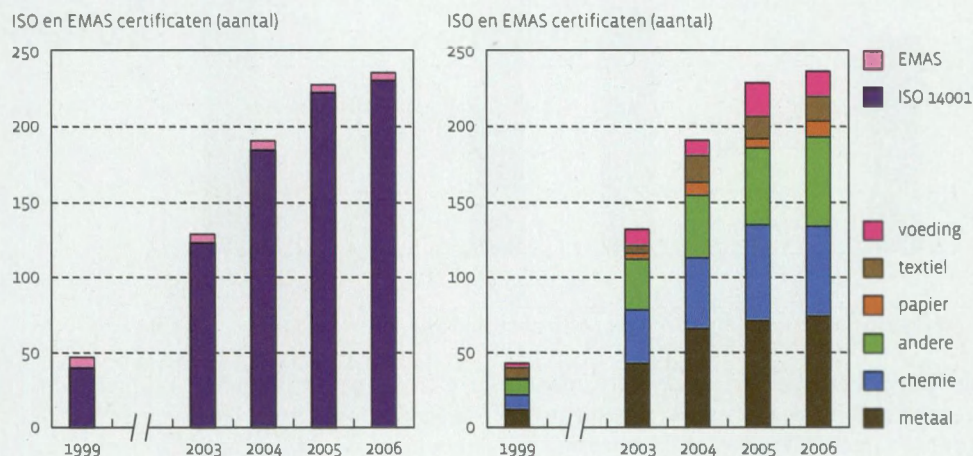
56 Milieuzorg maakt meer en meer deel uit van de bedrijfsvoering

Uit een recente VOKA-enquête (Marien, 2007) blijkt dat 89 % van de respondenten op een of andere wijze bedrijfsintern aandacht besteden aan de zorg voor het milieu, en bij 7 % is dit thema in ontwikkeling. In 1997 was dit 81 %, dus dit zou erop kunnen wijzen dat de bedrijfsinterne milieuzorg toeneemt. Dit betekent echter niet dat deze ondernemingen per definitie over een gecertificeerd milieuzorgsysteem beschikken. Bij 54 % van de respondenten is milieuzorg expliciet opgenomen in de bedrijfsvoering (gecertificeerd zorgsysteem, milieucharter ...) (zie kadertekst Milieuzorgsystemen in de Vlaamse industrie). Bij grote ondernemingen (meer dan 250 werknemers) is milieuzorg in 95 % van de bedrijven impliciet of expliciet opgenomen in de bedrijfsvoering. Bij kleinere ondernemingen (minder dan 50 werknemers) is dit slechts 78 %. De aanwezigheid van een milieuzorgsysteem in een onderneming is een indicator voor de inspanningen die het bedrijf levert om het milieubeleid te definiëren en te implementeren, en laat in vele bedrijven toe de eco-efficiëntie van de processen of producten te verbeteren. Volgens de VOKA-enquête leidde het opnemen van milieuzorg in de bedrijfsvoering in 80 % van de gevallen tot belangrijke aanpassingen op het vlak van processen en technologie, in 78 % op het vlak van samenwerking met derden, in 70 % op het vlak van managementsystemen en ten slotte in 66 % van de gevallen tot wijzigingen in de geproduceerde producten. Zeven op de tien ondernemingen verbeteren hun bedrijfs- of productimago door milieuzorg. Ten slotte meent ongeveer de helft van de respondenten dat milieuzorg een positieve invloed zal hebben op de bedrijfsresultaten (bij 22 % is dit reeds merkbaar). Uit dit alles zou voorzichtig kunnen geconcludeerd worden dat milieubeleid stilaan zijn plaats gevonden heeft en geïntegreerd is binnen de bedrijfsvoering. Milieu kan één van de elementen zijn die ondernemers vandaag meenemen in investeringsbeslissingen.

Toenemend aantal milieucertificaten, vooral bij kleine en middelgrote bedrijven

Er bestaat geen volledige lijst van de milieugecertificeerde bedrijven in België. Daarom werd bij de certificeringinstellingen met een Belgische accreditatie navraag gedaan naar de implementatiegraad van ISO 14001 en EMAS in Vlaanderen. Ook werden voor 2006 gegevens in verband met milieucharters (zie kadertekst Milieuzorgsystemen in Vlaanderen) verkregen via de Kamers van Koophandel. Figuur 2.18 illustreert de evolutie van het aantal bedrijven in Vlaanderen met een milieuzorgsysteem per type certificaat en per industriële deelsector. De gegevens voor 2003 zijn onvolledig omdat in dat jaar niet alle certificeringsfirma's de nodige informatie hebben verschaft. De gegevens van de andere jaren zijn volledig.

Figuur 2.18: Aantal industriële bedrijven met een milieuzorgsysteem per type certificaat (links) en per deelsector (rechts) (Vlaanderen, 1999-2006)



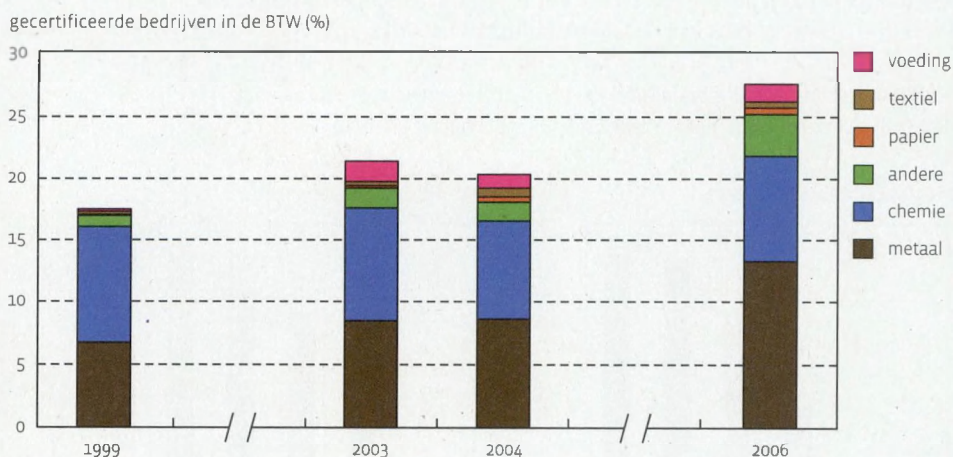
Bron: LLOYD's Register, AIB-Vincotte, BQA, SGS, BCCA, DNV (2007), BVQI (2006)

Het aantal ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde bedrijven in de Vlaamse industrie steeg van 47 in 1999 naar 235 in 2006. Deze toename komt volledig voor rekening van ISO 14001; het aantal EMAS-certificaten nam in deze periode zelfs licht af. De stijging was voor alle deelsectoren vergelijkbaar, met uitzondering van de textielnijverheid waar het aantal certificaten slechts verdubbelde. In 2006 behoorde 31 % van de ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde bedrijven tot de deelsector metaal en 25 % tot de chemie. In 2006 behaalden 45 Vlaamse ondernemingen uit de sector industrie (voornamelijk uit de deelsectoren voeding, metaal en chemie) een milieucharter.

Tussen 1999 en 2006 nam het aandeel van de ISO- en EMAS-gecertificeerde bedrijven in de totale bruto toegevoegde waarde toe van 17 % naar 27 % (figuur 2.19). Dit is een stijging met 60 %, terwijl het aantal gecertificeerde bedrijven bijna verzesvoudigde. Dit wijst erop dat de bedrijven die reeds in 1999 in het bezit waren van een certificaat gemiddeld een hogere bruto toegevoegde waarde realiseerden dan deze die later

bijkwamen. De komende jaren kan vooral een stijging worden verwacht als KMO's gestimuleerd worden om een milieuzorgsysteem te implementeren. Het behalen van een milieucharter kan hierbij als hefboom fungeren. De ondernemingen die in 2006 een milieucharter ontvingen vertegenwoordigen 16 % van het totaal aantal bedrijven met een milieuzorgsysteem. Zij staan daarentegen slechts in voor 6 % van de bruto toegevoegde waarde gerealiseerd door de gecertificeerde bedrijven, hetgeen hun kleinschalig karakter duidelijk aantoont.

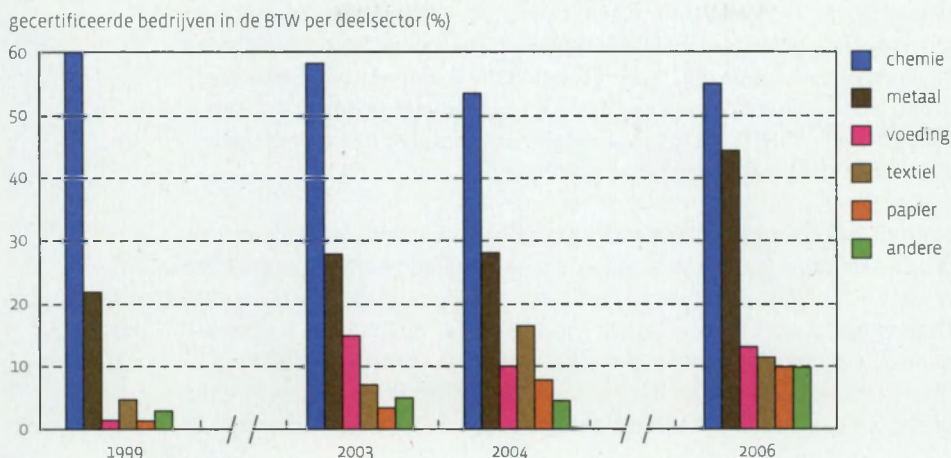
Figuur 2.19: Aandeel van ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde bedrijven in de totale bruto toegevoegde waarde van de industrie (Vlaanderen, 1999-2006)



Bron: LLOYD's Register, AIB-Vincotte, BQA, SGS, BCCA, DNV (2007), BVQI (2006)

In de deelsector metaal steeg het aandeel van ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde bedrijven van 22 % in 1999 tot 44 % in 2006 (figuur 2.20). Over dezelfde periode verzevoudigde het aantal certificaten in deze deelsector. De chemische nijverheid kent met 53 % in 2006 de hoogste vertegenwoordiging van ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde bedrijven van alle deelsectoren. In tegenstelling tot de andere industriële deelsectoren daalde het aandeel van de chemiebedrijven met een gecertificeerde milieuzorgsysteem licht tussen 1999 en 2006. Figuur 2.20 toont ook aan dat de deelsectoren met veel KMO's (papier, voeding, textiel en andere) de sterkste absolute stijging kenden van het aandeel van de bruto toegevoegde waarde gegenereerd in ISO 14001- en EMAS- gecertificeerde bedrijven.

Figuur 2.20: Aandeel van ISO 14001- en EMAS-gecertificeerde industriële bedrijven in de totale bruto toegevoegde waarde van de deelsector (Vlaanderen, 1999-2006)



Bron: LLOYD's Register, AIB-Vincotte, BQA, SGS, BCCA, DNV (2007), BVQI (2006)

Milieuzorgsystemen in de industrie in Vlaanderen

Een milieuzorgsysteem is een systeem waarmee bedrijven gestructureerd vorm kunnen geven aan hun milieubeleid, waardoor zij beter in staat zijn relevante processen in de organisatie te beheersen en continu te verbeteren.

De internationale ISO 14001-norm, die voor het eerst verscheen in 1996, stelt eisen met betrekking tot de organisatie, de planning, de procedures en de middelen voor het opstellen, implementeren en realiseren van het bedrijfsmilieubeleid. De eisen zijn ondergebracht in volgende rubrieken: milieubeleid, planning ('Plan'), implementatie en uitvoering ('Do'), controle ('Check') en corrigerende maatregelen ('Act') en beoordeling door de directie. De toepassing van deze PDCA-cirkel (ook management cirkel genoemd) in het milieubeleid leidt tot een opwaartse spiraal van milieuzorg in de bedrijfsvoering, voortgestuwd door het zorgsysteem. In 2004 verscheen een nieuwe versie van de

ISO 14001-norm. Hierin wordt o.a. het toepassingsgebied van de norm uitgebreid tot alle milieuaspecten die het bedrijf kan beïnvloeden, dus ook deze die zich bijvoorbeeld voordoen in de gebruiks- of afvalfase. In de vernieuwde norm is verder opgenomen dat de organisatie periodiek de naleving van de wettelijke eisen waaraan ze moet voldoen, dient te controleren.

De Europese EMAS-norm (Eco-Management and Audit Scheme) verplicht organisaties, bovenop de eisen van de ISO-norm, om hun milieuperformantie continu te verbeteren. Bovendien moeten de organisaties milieu-informatie door middel van een 'Milieuverklaring' bekend maken aan belanghebbenden. Het administratief minder omslachtige Vlaamse milieucharter richt zich specifiek op KMO's die via hun milieubeleid het leefmilieu en de woonomgeving in de regio wensen te verbeteren. Een milieucharter kan tevens een voorbereiding zijn tot ISO 14001 of EMAS.

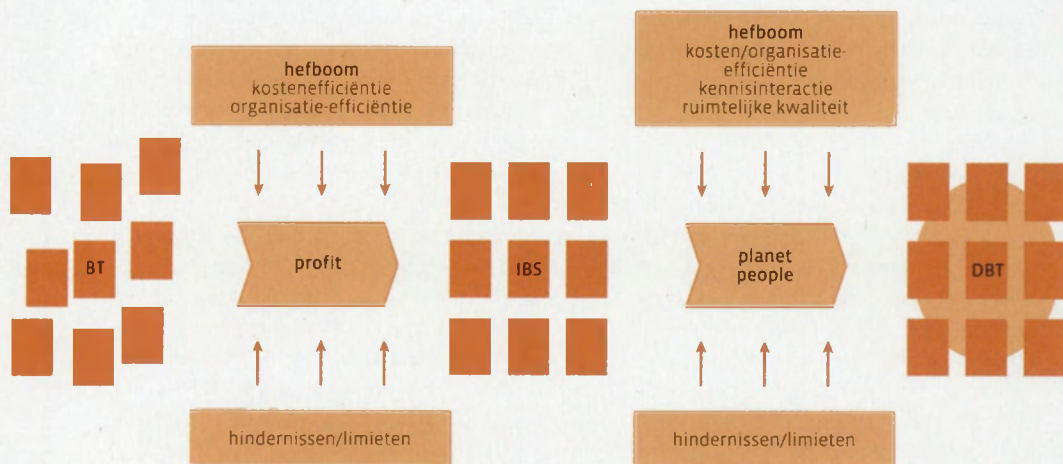
2.3 Duurzame bedrijventerreinen

Het 'verduurzamen' van bedrijventerreinen is een proces dat wordt gekenmerkt door bedrijfsgrensoverschrijdende samenwerking, waarbij een collectieve ecologische en sociale meerwaarde wordt beoogd naast economische groei. Interbedrijfssamenwerking (IBS) in tijd en ruimte voegt een mens- en milieudimensie toe aan ondernemerschap en draagt aldus bij tot het maatschappelijk verantwoord ondernemen (MVO) (zie kadertekst Duurzame bedrijventerreinen).

Het samen aanpakken van activiteiten door een cluster van bedrijven, al dan niet verenigd op eenzelfde bedrijventerrein, betreft veelal milieu-, welzijns- en kwaliteitsmateries met een beduidende ecologische en sociale waarde, doch evenzeer met een (in)direct gunstige financieel-economische impact. IBS kan dus aanzien worden als hefboom naar verduurzaming overeenkomstig het *people-planet-profit* (PPP) beginsel. Het verruimt als het ware het kader van de bedrijfsinterne milieuzorg tot totaalzorgsystemen en ambieert integrale zorg met een bedrijfsextern objectief.

Ondanks het feit dat kan betwist worden of het concept van IBS in se garantie biedt op verduurzaming, bestaat er consensus over het hefboomeffect van bedrijvenclusters die op maatschappelijk verantwoorde wijze gemanaged worden. Aldus kan een bedrijventerrein dank zij IBS het proces van verduurzaming aanvangen (figuur 2.21).

Figuur 2.21: Het proces van bedrijventerreinen (BT) via interbedrijfssamenwerking (IBS) naar de ideale status van duurzaam bedrijventerrein (DBT)



Bron: Van Eetvelde et al. (2007)

Duurzame bedrijventerreinen (DBT) vormen een conglomeraat van individuele bedrijven die zich verenigd hebben rond duurzaam ondernemen. Vaak vormt financieel profijt een eerste stap in het proces van bedrijfsclustering, met kostenefficiëntie door schaalvergroting en arbeids- en tijds optimalisatie als belangrijkste

winpost. Kennisuitwisseling kan vervolgens leiden tot kwalitatieve clustering, zelfs tot creatieve collectieve acties die mens en omgeving dienen. De drijvende kracht in dit proces zit veelal vervat in een koepelstructuur met een park manager als katalysator.

Vanuit deze visie biedt elke prille vorm van IBS een potentiële matrix voor synergieën, die stevast tot sterkere win-win situaties leidt dan interne bedrijfsvoering kan bereiken. IBS dient dan ook beschouwd als een concept met een hoog potentieel, weliswaar op voorwaarde dat de samenwerking is ingebed in een overkoepelende managementorganisatie.

Duurzame bedrijventerreinen in Vlaanderen?

Maatschappelijk verantwoorde interbedrijfssamenwerking kent in Vlaanderen een opmars sinds de eeuwwisseling. Oude, vaak bilaterale samenwerkingsinitiatieven op sequentiële of complementaire bedrijfsthema's zoals reststoffen of afvalwater, hebben een historiek die teruggaat tot de tweede helft van de 20^e eeuw. Sociale en economische samenwerkingsverbanden, zoals bedrijvenverenigingen en werkgeversorganisaties, kennen een groei na de tweede wereldoorlog. Duurzame bedrijvenclusters, daarentegen, als structureel collectief van meerdere bedrijven rond thema's die milieu, welzijn en/of kwaliteit in tijd en ruimte beogen, worden in Vlaanderen slechts de laatste jaren genoteerd. De tendens is echter stevig ingezet en werd meteen verankerd in tal van regionale steunmaatregelen en projectfondsen.

Een voorbeeld van een bedrijvenpark dat al sinds eind de jaren 90 streeft naar een verregaande vorm van interbedrijfssamenwerking met een duidelijk duurzame doelstelling is het Technologiepark in Gent-Zwijnaarde. De samenwerking tussen alle gevestigde bedrijven is er in 2005 bezegeld door de oprichting van een vzw met als eerste doel om het waterbeheer op de site collectief aan te pakken. Zowel watergebruik als -lozingen worden gezamenlijk beheerd via een clusteruitbesteding aan een extern bureau. Juridisch, technisch en economisch is deze samenwerking een succesverhaal, wat meteen een hefboom betekende voor nieuwe clusterinitiatieven zoals de gezamenlijke aanpak van groenvoorzieningen, terreinbeveiliging, zelfs sociale diensten naar werknemers toe die het werkklimaat gunstig beïnvloeden. Dit bedrijvenpark is uitgegroeid tot een pilootterrein op vlak van collectief en duurzaam ondernemen in Vlaanderen.

Het Vlaamse regelgevend kader bij uitstek wordt gevormd door het Besluit van de Vlaamse Regering over subsidiëring van bedrijventerreinen (2003). Sinds 2003 wordt de nadruk gelegd op duurzaam en flexibel ruimtegebruik met het oog op kwaliteitsvol aangelegde en beheerde terreinen die een voldoende lange levensduur waarborgen. Hiertoe werden instrumenten gecreëerd zoals het inrichtingsplan, uitgifteplan en terreinbeheersplan van een bedrijventerrein. In het Besluit van de Vlaamse Regering van 2007 worden deze eisen kracht bijgezet en wordt ook CO₂-neutraliteit op bedrijventerreinen als term geïntroduceerd.

Tevens werd een institutionele reorganisatie van Gewestelijke naar Provinciale Ontwikkelingsmaatschappijen (POM) doorgevoerd, waarbij de verduurzaming van

bedrijventerreinen als beleidsuitvoerende taak in het opdrachtenpakket van elke POM werd opgenomen. Een POM initieert en stimuleert terreinverduurzaming via bedrijfsclustering en parkbeheer en ondersteunt tevens bedrijfsversterkende initiatieven gericht op duurzaam en innovatief ondernemen. Zo draagt elke POM bij tot de bevordering van de sociaal-economische ontwikkeling in de betrokken provincie, bijgestaan door lokale of subregionale terreinontwikkelaars en intercomunales.

Duurzame bedrijventerreinen als studieobject

Samen met voormelde ontwikkelingen loopt er proactief toegepast onderzoek naar het samenwerkingsgedrag tussen bedrijven onderling. Studie en terreinervaring leren dat verduurzaming van bedrijventerreinen een bij uitstek multidisciplinaire materie is, die ontrafeld wordt in een vijftal academische disciplines.

Het DBT-concept gaat immers verder dan louter de ruimtelijke context van bedrijventerreinen en de conditie van economisch profijt als gevolg van de clustering. Het welslagen van interbedrijfssamenwerking is ook gegrond op een juridische verankering van het collectief en niet in het minst op de technische haalbaarheid van gezamenlijke projecten. Ten slotte kennen clusteracties op bedrijventerreinen een ruim maatschappelijk draagvlak als maatstaf voor sociaal verantwoord ondernemen. Daarbij gebruikt men het letterwoord JERTS:

- **Juridisch kader:** de realiteit leert dat initiatieven tot samenwerking tussen bedrijven, hoewel met een beduidend positief totaaleffect, toch vaak stranden. De oorzaak ligt veelal bij een gebrek aan juridische context die de bedrijven zekerheid en duidelijkheid verschaft inzake financiële input, inzet van mensen en middelen en de duiding van taken en verantwoordelijkheden die het samenwerkingsvoorstel concretiseren.
- **Economische meerwaarde:** bedrijven zullen slechts vrijwillig deelnemen aan clusteracties indien een financieel gunstig resultaat mag verwacht worden of een beduidend imago voordeel wordt bereikt.
- **Ruimtelijke randvoorwaarden:** terreinbeheer wordt in zijn meest concrete vorm vertaald als een zorgvuldige en efficiënte aanwending van de beschikbare ruimte. Zowel op regionaal niveau als wat betreft de gebruikruimte op een bedrijventerrein is oog voor de alternatie van bouw- en groenzones, voor ketenbeheer, duurzame mobiliteit, enz. aan de orde.
- **Technische haalbaarheid:** de techn(olog)ische onderbouwing van een clusteractiviteit wordt als toetsingscriterium bij uitstek beschouwd voor deelname aan een gezamenlijk project. Vaak worden BATNEEC-principes (Best Available Technology Not Entailing Excessive Costs) gehanteerd ter staving van de balans tussen economische en sociaal-ecologische overwegingen.
- **Sociale verantwoording:** tot slot zijn collectieve acties de facto ingebed in het sociaal-economische weefsel op en rond een bedrijventerrein en dragen ze

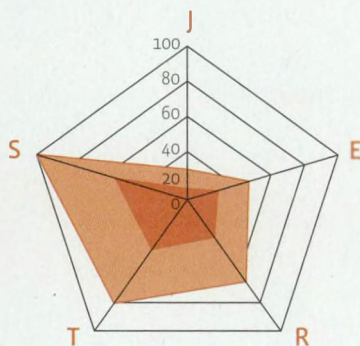
derhalve bij tot het sociaal en maatschappelijk verantwoord ondernemen in de regio. Een goed stakeholder-management is dus aanbevolen.

Deze JERTS-invalshoeken vormen de basis voor de opmaak van een analyse-instrument als graadmeter voor de duurzame ontplooiing van bedrijvenclusters.

Het conceptueel kader voor de analyse en evaluatie van clusterprojecten op bedrijventerreinen is in volle ontwikkeling. Via een uitgebreide checklist die polst naar clusterinitiatieven met een juridische (bv. de oprichting van een collectief), economische (bv. de gekozen park managementstructuur), ruimtelijke (bv. de duurzaamheidscriteria in uitgifteregels voor terreinkavels), technische (bv. de uitwisseling van reststoffen) en sociale (bv. een gezamenlijk aanwervingsbeleid) inslag, wordt een pentagonale scan gemaakt van een bedrijventerrein, waaruit per JERTS-invalshoek sterkere en zwakkere vormen van IBS kunnen worden afgeleid. Elk clusterinitiatief heeft een duurzaamheidsscore, gebaseerd op de economische, ecologische en sociale impact van het initiatief; een score die lager of maximum even hoog is als de IBS-score. Hierdoor ontstaat een tweede vijfhoek binnen de contouren van de eerste scan, die de fase in het verduurzamingsproces van het betrokken terrein (DBT) weergeeft (figuur 2.22). Het intercept op elke as toont het potentieel aan clustering enerzijds (lichte pentagon, IBS) en de status van de duurzaamheidskern anderzijds (donkere pentagon, DBT).

Voor Vlaanderen zullen de JERTS-scans van bedrijventerreinen op termijn de tendens naar duurzaamheid tonen die zich in de clusterindustrie afspeelt en zo een graadmeter zijn voor het label 'duurzaam bedrijventerrein'.

Figuur 2.22: Dubbel-scan van de interbedrijfssamenwerking (lichte pentagon) en de duurzame samenwerking op een bedrijventerrein (donkere pentagon)



Bron: Van Eetvelde et al. (2007)

Duurzame bedrijventerreinen

Duurzame bedrijventerreinen zijn sites waarop meerdere bedrijven samenwerken om duurzaamheid te realiseren inzake (inter-) bedrijfsprocessen, terreininrichting en het facilitair en/of utilitair beheer van de site. Ze beogen de gezamenlijke aanpak van milieu-, welzijns- en kwaliteitsprojecten, veelal vanuit een overkoepelende managementstructuur, en willen aldus bijdragen tot een grotere bewustwording van de omvang en diepgang van het duurzaamheidsdebat tussen diverse actoren. Zo raakt dit collectief streven naar duurzaamheid aan maatschappelijk verantwoord ondernemen.

Interbedrijfssamenwerking op zich kan evenwel niet als maatstaf voor duurzaamheid op bedrijventerreinen worden beschouwd. Toch is clustering een hefboom gebleken om het duurzaamheidsstreven op bedrijventerreinen te introduceren.

Verduurzaming van bedrijventerreinen is bovendien een proces dat wordt gekenmerkt door economische, ecologische en sociale responsabilisering. Het proces strekt zich uit in tijd en ruimte, streeft naar continue verbetering en ambieert -eerder dan bereikt- de status van 'duurzaam bedrijventerrein'.

Bedrijfsexterne zorg betekent de facto dat ruimer wordt gekeken dan het eigen bedrijfsterrein. Verduurzaming van bedrijventerreinen is bijgevolg een grensoverschrijdende materie en geeft een nieuwe dimensie aan 10 jaar bedrijfsinterne (milieu)zorg.



Referenties

Besluit van de Vlaamse Regering van 5 september 2003 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen, wetenschapsparken en bedrijfsgebouwen (BS 4 november 2003).

Besluit van de Vlaamse Regering van 16 mei 2007 houdende subsidiëring van bedrijventerreinen (BS 5 juli 2007).

Guinée B.J. et al. (2001) Handbook on Life Cycle Assessment - Operational guide to the ISO standards, Kluwer Academic Publishers, Dordrecht.

Huijbregts M.A.J. et al. (2000) Priority Assessment of Toxic Substances in Life Cycle Assessment. In: Calculation of Toxicity Potentials for 181 Substances with the Nested Multi-media Fate, Exposure and Effects Model USES-LCA, Chemosphere 41, 75-92.

Jenkin M.E. & Hayman G.D. (1999) Photochemical Ozone Creation Potentials for Oxygenated Volatile Organic Compounds: Sensitivity to Variations in Kinetic and Mechanistic Parameters, Atmospheric Environment 33, 1275-1293.

JERTS-boekenreeks: Van Eetvelde G. et al. (2005) Groeiboek duurzame bedrijventerreinen, juridisch / economisch / ruimtelijk / technisch / sociaal bekeken, Universiteit Gent, Milieu- en Ruimtebeheer, www.dbt.ugent.be/groeiboeken, Vanden Broele.

Marien K. & Van den Bosch M. (2007) Resultaten enquête Milieu & Onderneming, VOKA- kenniscentrum.

Van Eetvelde G., Deridder K., Segers S., Maes T. & Crivits M. (2007) Sustainability scanning of eco-industrial parks, 11th European Roundtable on Sustainable Consumption and Production (ERSCP) Basel, June 20-22, 2007, 20 p.

Lectoren

Michel Aerts, Electrabel nv

Miet D'heer, VMM

Bart De Schutter, Afdeling Milieu-integratie en -subsidiëringen, Departement LNE

Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie

Trui Maes, CDO, UGent

Robert Nuyts, Haskoning Belgium

Roos Servaes, OVAM

Katelijne Vancleemput, POM West-Vlaanderen

Marc Van den Bosch, VOKA - Vlaams Economisch Verbond

Carine Vanoeteren, Bayer Antwerpen Comm.V

Ludo Vanongeval, Afdeling Milieu, Natuur- en Energiebeleid, Departement LNE

Quirin Vyvey, Departement Bedrijfsmanagement Mercator, Hogeschool Gent

Hoofdpijnen

- Ondanks de verbeterde eco-efficiëntie en de dalende milieudruk zijn de doelstellingen waterkwaliteit nog niet bereikt. Bijkomende inspanningen in mest- en bestrijdingsmiddelenbeleid zijn nodig.
- De meeste energie in de landbouw gaat naar verwarming van serres in de glastuinbouw. Aardolie blijft de meest gebruikte energiedrager. Beleidsdoel tegen 2013 voor de glastuinbouw is dat 75 % van de energie uit aardgas of hernieuwbare energiebronnen komt. In 2005 bedroeg het aandeel aardgas 30 %.
- In 2005 gebruikte de landbouw ongeveer 3,2 miljoen kg actieve stof bestrijdingsmiddelen. De druk op het waterleven daalde met 43 % tussen 1990 en 2005. De impact van insecticiden op waterleven is groot.
- Bodemverlies door het rooien van gewassen is, naast watererosie, een ingrijpend bodemerosieproces. De massa bodem die door rooien wordt afgevoerd van akkers, overstijgt de massa bodem die door watererosie in waterlopen komt.
- Co-existentie van transgene en niet-transgene maïs wordt lastig in Vlaanderen met zijn versnipperde perceelstructuur. Als isolatieperimeters meer dan 50 m breed zijn, wordt het moeilijk om niet-transgene maïs buiten de invloedssfeer van transgene maïs te houden in gebieden waar veel maïs groeit, waar het aandeel transgene maïs hoog is, waar transgene maïs op een groot aantal kleine percelen wordt verbouwd en waar transgene maïs willekeurig over het gebied voorkomt.

Landbouw

Milieudruk vraagt om brede waaier maatregelen

Hilde Wustenberghs, Joost D'hooghe, Eenheid Landbouw en Maatschappij, ILVO
Sonia Lenders, Dirk Van Gijseghe, Afdeling Monitoring en Studie, Departement
Landbouw en Visserij

Greet Ruyschaert, Jean Poesen, Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie,
K.U. Leuven

Yann Devos, Mathias Cougnon, Dirk Reheul, Vakgroep Plantaardige productie, UGent

Leen Laenens, BioForum Vlaanderen vzw

Stijn Overloop, MIRA, VMM

Inleiding

Dit hoofdstuk bevat drie onderwerpen die de relatie tussen landbouw en milieu belichten. De selectie gebeurde op basis van de beschikbaarheid van nieuwe gegevens en de actualiteit.

Een eerste focus analyseert het energiegebruik en het gebruik van bestrijdingsmiddelen per deelsector in de landbouw op basis van een nieuwe gegevensbron: het landbouwmonitoringsnetwerk van het Departement Landbouw en Visserij. Daarbij wordt eerst de eco-efficiëntie van de gehele sector landbouw in beeld gebracht.

Een tweede focus diept het probleem van bodemverlies door het rooien van gewassen uit. De omvang van dat proces kan nu duidelijk begroot worden voor heel Vlaanderen.

Tot slot wordt stilgestaan bij de co-existentie tussen transgene en niet-transgene maïs: kunnen beide teeltwijzen naast elkaar bestaan in Vlaanderen? Dit kadert in het actuele debat bij de voorbereiding van Vlaamse regelgeving hieromtrent.

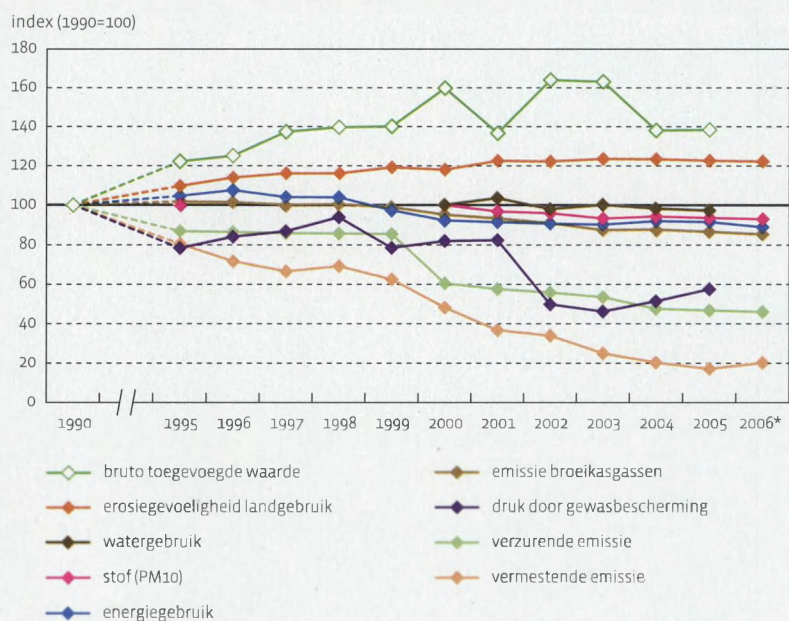
3.1 Milieudruk en eco-efficiëntie van de landbouw

Eco-efficiëntie verbeterd

In figuur 3.1 worden de belangrijkste drukindicatoren van de landbouw, exclusief zeevisserij, tegenover een economische activiteitsindicator geplaatst, zodat de grafiek een beeld geeft van de *eco-efficiëntie* van de sector. Als drukindicatoren zijn het energiegebruik, het watergebruik, de broeikasgasemissie, de potentieel verzurende en de vermistende emissie, de emissie van fijn stof, de druk op het waterleven door het gebruik van bestrijdingsmiddelen en de erosiegevoeligheid van het landgebruik geselecteerd. Als economische indicator is gekozen voor de bruto toegevoegde waarde (BrTW) tegen marktprijzen (exclusief productgebonden subsidies), waarvan de reële groei wordt weergegeven.

Voor 2005 werd de BrTW geschat op 2 549 miljoen euro, tegenover 1 841 miljoen in 1990. De BrTW vertoonde een stijgende trend tot 2003, maar kent de laatste jaren een terugval. Met uitzondering van de erosiegevoeligheid van het landgebruik, vertonen alle drukindicatoren een dalende trend, soms zelfs zeer sterk. Er heeft m.a.w. een (absolute) ontkoppeling plaats tussen de activiteit en de milieudruk. De sector produceert milieuvriendelijker. Schaalvergroting en een sinds 2000 dalende veestapel versterken de dalende trend van de emissies en brongebruik.

Figuur 3.1: Eco-efficiëntie van de landbouw (Vlaanderen, 1990-2006)



* voorlopig cijfer

Voor de berekening van de vermistende emissie zijn de excretiecoëfficiënten uit MAP3 gebruikt.

Bron: ILVO-L&M, op basis van AMS, Eurostat, K.U.Leuven, VITO, UGent, NIS, VLM en VMM

De *erosiegevoeligheid van het landgebruik* wordt bepaald door de mate waarin de gewassen de bodem bedekken. Ze is tussen 1990 en 2001 met 23 % gestegen. Dat is het gevolg van een veranderd teelt patroon, met minder blijvend grasland en granen, maar meer maïs. Aangezien het maïsareaal sinds 2001 niet meer uitbreidt en zelfs licht daalt, stabiliseert ook de bodemerosiegevoeligheid.

Het *watergebruik* in de landbouw wordt voor 2005 op bijna 67 miljoen m³ geschat en is 3 % gedaald sinds 2000 (zie ook hoofdstuk 8 Waterhuishouding).

De landbouw is in Vlaanderen de tweede producent van *fijn stof*, na de transport-sector. Dat is grotendeels te wijten aan de fractie PM₁₀, waarvan de landbouw met 6 698 ton in 2006 zelfs de grootste producent is. Het gaat daarbij om stof dat opwaait bij het bewerken van de gronden. De emissie is tussen 2000 en 2006 met 7 % gedaald.

Het *energiegebruik* in de landbouw is tussen 1990 en 2006 met 11 % gedaald, vooral omwille van 15 % minder gebruik in de glastuinbouw (Energiebalans Vlaanderen VITO). Dat staat in schril contrast met het totale energiegebruik in Vlaanderen dat met 37 % gestegen is. Bovendien wordt in de landbouw overgeschakeld naar minder vervuilende energiebronnen. Zo is het aandeel van zware stookolie gedaald van 56 naar 33 %, terwijl het aandeel van aardgas gestegen is van 4 naar 20 %. Toch is er nog ruimte voor verbetering.

De *emissie van broeikasgassen* uit de landbouw is met 15 % gedaald tussen 1990 en 2006. Het energiegebruik speelt daarbij slechts een beperkte rol (20 % in 2006). Voor de landbouw gaat het vooral om methaan dat vrijkomt uit de dierlijke spijsvertering (22 %) en uit mestopslag (21 %) en om lachgas dat geproduceerd wordt bij biologische processen in de bodem ten gevolge van bemesting (16 %). De daling vanaf 2000 volgt dan ook de daling van de veestapel.

De doelstelling om tegen 2005 de *druk op het waterleven door het gebruik van bestrijdingsmiddelen* met de helft te verminderen werd in 2003 gehaald. Daarna is de druk opnieuw gestegen. De globaal dalende trend komt op -43 %. Die daling volgt enerzijds uit het gedaalde gebruik (-29 %), anderzijds uit het verbod op enkele zeer schadelijke middelen. Een lichte stijging in de verkoop van middelen met een zeer hoge toxiciteit voor waterorganismen, veroorzaakt de stijging van de laatste jaren. Daarbij komen nog een aantal stoffen voor in het oppervlaktewater in concentraties die mogelijk acute en/of chronische effecten kunnen veroorzaken (zie hoofdstuk 7 Kwaliteit oppervlaktewater).

De *potentieel verzurende emissies* zijn met 54 % gedaald sinds 1990. In 2006 is 80 % daarvan ammoniak, waarvan de emissie daalt door de dalende mestproductie, het emissiearm toedienen van mest en de geleidelijke invoering van emissiearme stallen. In 2006 stoot landbouw 43 kton ammoniak uit, of 94 % van de uitstoot in Vlaanderen. Daarmee is de geplande ammoniakreductie tot 45 kton voor heel Vlaanderen in 2010 bijna gehaald.

De landbouw is verantwoordelijk voor 54 % van de *vermestende emissies* in Vlaanderen. Nochtans zijn die tussen 1990 en 2006 met ruim drie kwart gedaald

(-79 %). Dat is grotendeels het gevolg van de daling van het overschot op de bodembalans met 56 % voor stikstof (N) en met 88 % voor fosfor (P). De daling kwam tot stand door een dalende dierlijke mestproductie (-20 % voor N, -24 % voor P), een stijgende mestverwerking en -export (x 10 voor N, x 6 voor P), een sterk dalend kunstmestgebruik (-40 % voor N, -86 % voor P) en een stijgende gewasafvoer (+17 % voor N, +20 % voor P). Met andere woorden, zowel de dierlijke als de plantaardige productie springen efficiënter om met nutriënten. De lichte stijging van de vermestende emissie in 2006 is het gevolg van een slechte oogst, met een lagere gewasafvoer dan gewoonlijk. Ondanks de toegenomen efficiëntie en de voortdurende daling van het overschot op de bodembalans, blijft de kwaliteit van het oppervlakte- en grondwater onvoldoende (zie ook hoofdstuk 7 Kwaliteit oppervlaktewater).

Milieudruk gewogen per deelsector

Nieuwe gegevens uit het *Landbouwmonitoringsnetwerk* (AMS-LMN) laten toe een analyse te maken van de milieudruk per deelsector van de landbouw. Volgende indicatoren worden besproken: gebruik van energie en bestrijdingsmiddelen. De analyse is te beschouwen als een nulmeting want er zijn momenteel enkel gegevens van 2005 beschikbaar uit deze databron. Er worden zeven deelsectoren onderscheiden conform de EU-typologie van landbouwbedrijven: zes gespecialiseerde types: akkerbouw, tuinbouw in open lucht (inclusief fruitteelt), tuinbouw onder glas, melkvee, overig rundvee, varkens en ten slotte de gemengde bedrijven. De pluimveesector is niet meegenomen (zie kadertekst).

Tabel 3.1 geeft het aantal bedrijven en het areaal weer van de referentiepopulatie (zie kadertekst), zodat het belang van elke deelsector in het totale gebruik duidelijk wordt. Omdat niet alle bedrijven in de extrapolatie konden worden meegenomen (zie kadertekst), dekt de analyse 62 % van de Vlaamse landbouwbedrijven en 88 % van het Vlaamse landbouwareaal.

Tabel 3.1: Aandeel van de deelsectoren in de landbouw in het aantal bedrijven en het areaal van de referentiepopulatie (Vlaanderen, 2005)

deelsector	bedrijven	areaal
akkerbouw	8,4 %	13,7 %
tuinbouw in open lucht	12,4 %	5,4 %
glastuinbouw	9,0 %	0,8 %
melkvee	20,7 %	26,8 %
rundvee	14,2 %	16,9 %
varkens	11,4 %	5,4 %
gemengde bedrijven	23,9 %	31,0 %

Bron: AMS-LMN en landbouwteiling FOD Economie

Milieudruk volgens het Landbouwmonitoringsnetwerk

Het Landbouwmonitoringsnetwerk (AMS-LMN) verzamelt van 750 Vlaamse land- en tuinbouwbedrijven bedrijfseconomische en milieukundige gegevens (De Becker, 2007). Bij die selectie wordt getracht representatief te zijn voor de Vlaamse landbouw. De informatie is van nut voor de bedrijfsleider persoonlijk, maar ook ter ondersteuning van het beleid op Vlaams en Europees niveau. Het AMS-LMN voldoet aan de eisen gesteld door het Europese informatienet voor landbouwbedrijven, waaraan jaarlijks wordt gerapporteerd om een vergelijking tussen landen mogelijk te maken. Het AMS-LMN wordt beheerd door de Afdeling Monitoring en Studie van het Departement Landbouw en Visserij (AMS). Naast bedrijfseconomische parameters worden ook voor volgende milieuthema's gebruiksgegevens verzameld: energie, bestrijdingsmiddelen, water en nutriënten. Op het moment van deze publicatie is enkel de analyse voor de eerste twee milieuthema's beschikbaar.

Om tot betrouwbare cijfers te komen worden eerst de uitschieters verwijderd. Dan worden de resultaten uit de AMS-LMN steekproef geëxtrapoleerd naar de populatie zoals die is vastgelegd door de 15 mei-landbouwtekening (FOD Economie) op basis van het aantal bedrijven per deelsector en drie economische dimensieklassen. De allerkleinste en de allergrootste bedrijven worden niet meegenomen omdat het AMS-LMN daarvoor niet representatief is. Dat leidt tot een referentiepopulatie, zoals weergegeven in tabel 3.1. Voor elk milieukeurmerk wordt er een aparte weging toegepast omdat er andere bedrijven uitschieters kunnen vertonen. Er zijn na eliminatie van de uitschieters te weinig gespecialiseerde pluimveebedrijven in het AMS-LMN om de resultaten door te trekken naar de referentiepopulatie, vandaar dat de Vlaamse cijfers exclusief pluimvee zijn. Door het industriële karakter van deze sector is het immers moeilijk pluimveekwekers te vinden die hun boekhouding door het AMS willen laten doen.

Energiegebruik

Er worden vier energiedragers onderscheiden in het AMS-LMN: elektriciteit, aardgas, steenkool en aardolie. Aardolie omvat zware en lichte stookolie en motorbrandstoffen. Het gebruik van die producten wordt omgezet naar MJ via de overeenkomstige energie-inhouden. Het AMS-LMN registreert enkel het directe energiegebruik, dus bv. loonwerk en transport van meststoffen worden niet meegerekend. Er wordt een opdeling gemaakt in verwarming en niet-verwarming (energie voor tractoren, werktuigen, verlichting enz.).

Na extrapolatie bekomt men in 2005 een totaal energiegebruik door de Vlaamse landbouw van 25,2 PJ. Dat cijfer is exclusief pluimvee omdat er onvoldoende waarnemingen zijn in die deelsector. Het is 16 % minder dan de 30,1 PJ berekend in de VITO Energiebalans Vlaanderen. De Energiebalans omvat echter ook loonwerk en pluimvee (zie kadertekst). Pluimvee is er goed voor een energiegebruik van 0,7 PJ.

Landbouwmonitoringsnetwerk versus Energiebalans Vlaanderen

De uitkomsten voor energiegebruik uit beide bronnen zijn licht verschillend. Dit komt omdat een *verschillende methode* is gevolgd. Het LMN vertrekt vanuit een steekproef van een beperkt aantal bedrijven en een permanente registratie per bedrijf. Dit wordt dan geëxtrapoleerd naar alle bedrijven in Vlaanderen. Dat is een bottom-up methode om tot het totale energiegebruik voor de landbouw te komen. De sectorindeling is bijgevolg gebaseerd op de hoofdactiviteit van de bedrijven. Dit betekent dat er een belangrijke deelsector gemengde bedrijven bestaat, waar de landbouwers een mix van activiteiten uitvoeren.

De cijfers uit de Energiebalans Vlaanderen komen tot stand door enerzijds op literatuur gebaseerde kengetallen te vermenigvuldigen met de activiteiten (oppervlakte, aantal dieren). Dit is te aanzien als een *activiteits-*

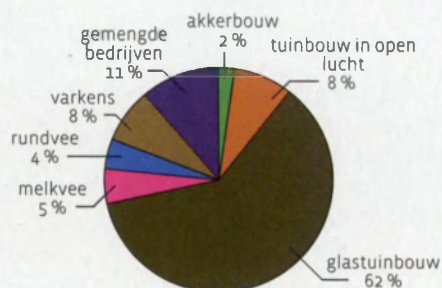
gebaseerde methode, waar de kengetallen het gemiddelde verbruik per eenheid weergeven, over alle soorten bedrijven heen. De sectorindeling is gebaseerd op homogene activiteiten zoals alle rundvee samen of alle varkens samen. Anderzijds wordt het aardgasverbruik van de landbouw, volledig toegekend aan de deelsector glastuinbouw. Het elektriciteitsverbruik in de glastuinbouw is het verschil van het totaal voor de landbouw, gerapporteerd door de netbeheerders, min het elektriciteitsverbruik van de overige deelsectoren, berekend op basis van kengetallen.

Uit een bottom-up methode kunnen gemiddelde kengetallen afgeleid en ingepast worden in de Energiebalans Vlaanderen. De Energiebalans Vlaanderen is de officiële databron, waaraan ook beleidsdoelstellingen worden afgetoetst.

Aardolie is met 70 % de belangrijkste energiedrager. Aardgas neemt 18 % voor zijn rekening, elektriciteit 9 % en steenkool 3 %.

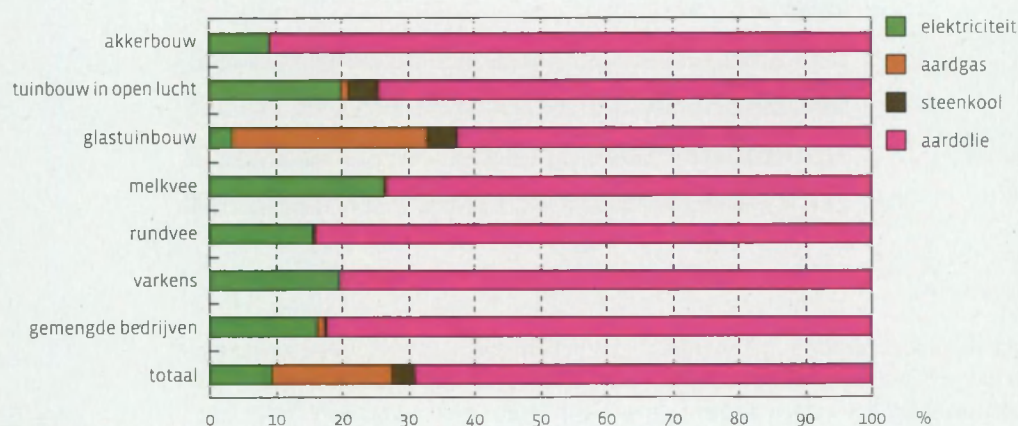
Binnen de landbouw is de glastuinbouw de grootste energiegebruiker met 15,4 PJ of een aandeel van 61 % (figuur 3.2). Volgens de VITO Energiebalans Vlaanderen bedraagt dat 21,0 PJ. De deelsector gemengde bedrijven noteert een aandeel van 11 %. De tuinbouw in open lucht omvat ook enkele bedrijven met kleine serres en komt daarom op een aandeel van 8,3 %. De akkerbouw is de kleinste energiegebruiker.

Figuur 3.2: Aandeel energiegebruik in de landbouw per deelsector (Vlaanderen, 2005)



Voor alle deelsectoren is aardolie de belangrijkste energiedrager gaande van 63 % voor de glastuinbouw tot 91 % voor de akkerbouw. Uitgezonderd voor glastuinbouw is elektriciteit de tweede grootste energiedrager gaande van 9 % voor akkerbouw tot 26 % voor melkvee. Aardgas wordt vooral gebruikt in de glastuinbouw, waar het 30 % van de energie levert. Steenkool staat in voor 5 % van de energievoorziening in de tuinbouw, zowel onder glas als in open lucht.

Figuur 3.3: Aandeel energiedragers in het energiegebruik in de landbouw per deelsector (Vlaanderen, 2005)

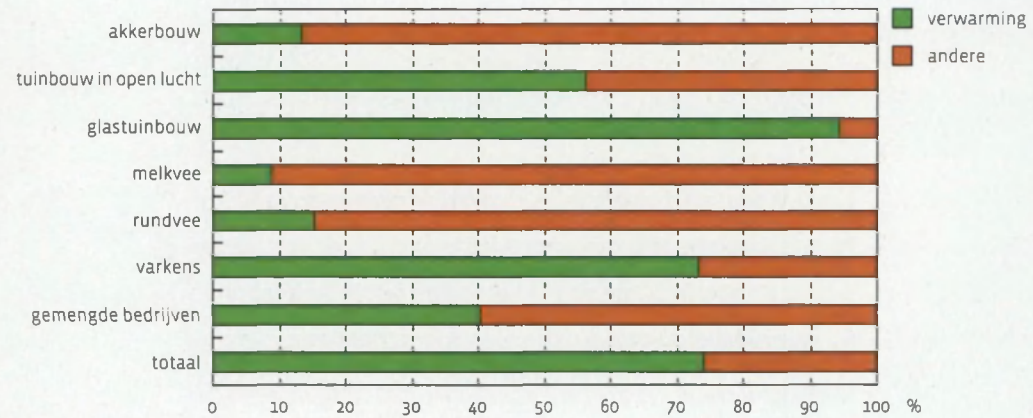


Bron: AMS-LMN

Sinds 1990 wordt er een omschakeling vastgesteld van aardolie en steenkool naar aardgas (MIRA Kernset milieudata). In 2000 en in 2004 was die substitutie zelfs heel aanzienlijk. Het proces is voornamelijk gestimuleerd door hoge olieprijsen. Aardgas heeft een hoger rendement en is bovendien milieuvriendelijker. Tegen 2013 zou 75 % van het energiegebruik in de glastuinbouw afkomstig moeten zijn van aardgas en duurzame energiebronnen. Daartoe omvat het Vlaams Klimaatbeleidsplan 2006-2012 overschakelingsmaatregelen, steunmaatregelen voor energiebesparing en warmtekrachtkoppeling. Uit een recente studie blijkt dat het belang van aardgas, uitgedrukt in oppervlakte aardgas verwarmde serre, toeneemt naarmate de serres jonger zijn (Gavilan & Holmstock, 2007). Bij de oudste serres bedraagt het aandeel 17 % en dat neemt geleidelijk toe bij de recentere serres: 28 % bij serres tussen de 10 en 20 jaar, 41-42 % bij serres tussen 5 en 10 jaar en bij de jongste serres en 46 % bij de serres tussen de 2 en 5 jaar.

In totaal gaat de meeste energie naar *verwarming* (18,7 PJ of 74 %) van voornamelijk serres en varkensstallen (figuur 3.4). De tuinbouw in open lucht scoort ook hoog omdat de gemengde tuinbouwtypes (open lucht en onder glas) daar mee in zitten. De overige deelsectoren besteden hun energie voornamelijk aan tractoren, werktuigen, verlichting, enz. Het energiegebruik door de Vlaamse landbouw is dus erg afhankelijk van de weersomstandigheden en de teeltperiode van het gewas onder glas. Tijdens een strenge winter moet er meer gestookt worden.

Figuur 3.4: Aandeel van de bestemming van het energiegebruik in de landbouw per deelsector (Vlaanderen, 2005)



Bron: AMS-LMN

De glastuinbouw gebruikt veel energie omdat het om energie-intensievere gewassen gaat. Het kengetal komt op bijna 5 300 GJ per ha (tabel 3.2). De tuinbouw in open lucht scoort ook hoog. Dan volgen de gemengde bedrijven en de akkerbouw met respectievelijk 14 GJ/ha en 7 GJ/ha. Voor de dierlijke deelsectoren is de volgorde: varkens (4 GJ/GVE), melkvee (3,5 GJ/GVE) en rundvee (3 GJ/GVE).

Tabel 3.2: Kengetallen energiegebruik in de landbouw per deelsector en energiedrager (Vlaanderen, 2005)

deelsector	eenheid	elektriciteit	aardgas	steenkool	aardolie	totaal
akkerbouw	GJ/ha	0,6	0,0	0,0	6,2	6,8
tuinbouw in open lucht	GJ/ha	12,2	0,8	2,8	46,1	61,9
glastuinbouw	GJ/ha	174,3	1 554,1	238,6	3 287,3	5 254,3
melkvee	GJ/GVE	0,9	0,0	0,0	2,6	3,5
rundvee	GJ/GVE	0,5	0,0	0,0	2,5	3,0
varkens	GJ/GVE	0,8	0,0	0,0	3,2	4,0
gemengde bedrijven	GJ/ha	2,3	0,1	0,1	11,5	14,0

GVE: grootvee-eenheid: 1 koe=1 GVE, 1 varken=0,15 GVE

Bron: AMS-LMN

Volgens Maertens & Van Lierde (2002) had de glastuinbouw in 2000 een intensiteit van het primaire brandstofgebruik van 8 880 GJ/ha (enkel verwarming). Dat is heel wat meer dan het globale AMS-LMN-kengetal van bijna 5 300 GJ/ha in 2005 (verwarming en verlichting). Maertens & Van Lierde (2002) rekenen echter met alle bedrijven met een glasoppervlak, dus ook de kleine bedrijven. Daar waar het AMS-LMN enkel de gespecialiseerde glastuinbouwbedrijven in rekening brengt, dus enkel de grotere en wellicht modernere bedrijven. Ondanks die methodologische verschillen kan worden gesteld dat er de laatste jaren energiezuiniger wordt gewerkt in de glastuinbouw.

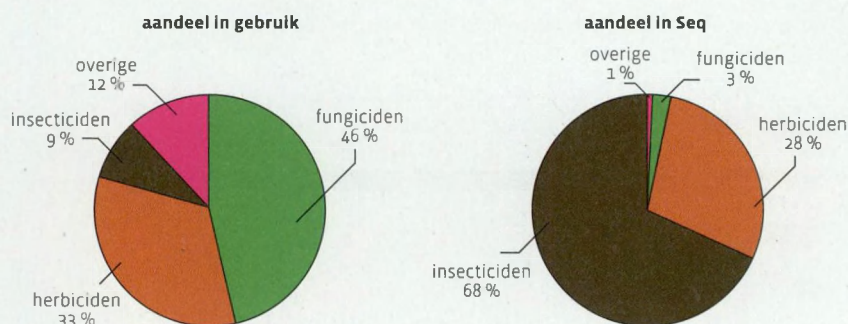
Gebruik bestrijdingsmiddelen

Op basis van de samenstelling van de commerciële formuleringen van het bestrijdingsmiddel wordt de gebruikte hoeveelheid omgezet naar kg actieve stof. De 340 soorten actieve stoffen geregistreerd in het AMS-LMN worden herleid tot volgende vier types: fungiciden, herbiciden (inclusief loofdoding), insecticiden (inclusief acariciden) en overige. Bodemontsmettingsmiddelen vallen onder het laatste type overige, maar ontsmettingsmiddelen voor o.a. het reinigen van de stal worden niet in rekening gebracht. Sommige niet meer wettelijk erkende stoffen staan nog in de lijst, omdat er nog sprake kan zijn van stockgebruik (bv. lindaan).

Na extrapolatie van de AMS-LMN-boekhoudgegevens bekomt men in 2005 een bestrijdingsmiddelengebruik van 3,2 miljoen kg actieve stof in de Vlaamse landbouw. Omgerekend door de Vakgroep Gewasbescherming van de Universiteit Gent naar jaarlijkse verspreidingsequivalenten (Seq), komt dat overeen met een milieudruk op het waterleven van 22 miljard Seq. Verspreidingsequivalenten wegen de kg actieve stof naar afbraaksnelheid in de bodem en toxiciteit voor waterorganismen. De cijfers wijken weinig af van de schatting op basis van de verkoopcijfers van de bestrijdingsmiddelen afkomstig van de Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu: een gebruik van 3,3 miljoen kg actieve stof en een druk op het waterleven van 23,5 miljard Seq.

Bepaalde actieve stoffen (AS) zijn heel toxisch voor waterorganismen en wegen dus zwaar door in de Seq-indicator (figuur 3.5). Op basis van de analyse in MIRA-T 2006 bepalen 20 actieve stoffen ongeveer 96 % van de Seq-waarde. 10 insecticiden bepalen 66 % van de Seq-waarde.

Figuur 3.5: Aandeel van het type bestrijdingsmiddel in de landbouw in het gebruik en in de druk op het waterleven (Seq) (Vlaanderen, 2005)

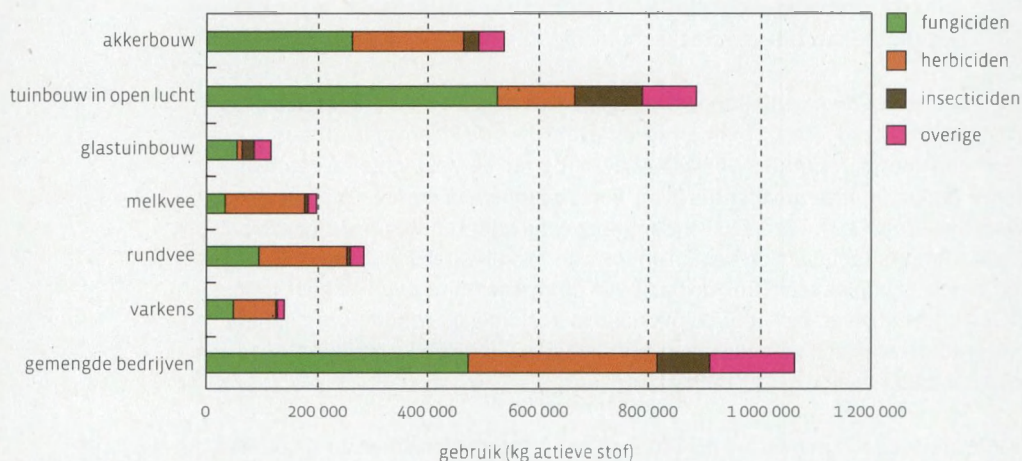


Bron: AMS-LMN en Vakgroep Gewasbescherming, UGent

De deelsector gemengde bedrijven is met een miljoen kg actieve stof de grootste gebruiker van bestrijdingsmiddelen (figuur 3.6). Dat hoge aandeel in het gebruik (33 %) is ondermeer te verklaren door het aanzienlijke areaal (tabel 3.1). Tuinbouw in open lucht heeft een aandeel van 27 % (figuur 3.6). Het hoge aandeel van akkerbouw (17 %) is vooral toe te schrijven aan de aardappelteelt. Glastuinbouw is de kleinste gebruiker (4 %).

Fungiciden worden relatief meer ingezet in de plantaardige deelsectoren en herbiciden in de dierlijke deelsectoren (figuur 3.6). Bij melkvee loopt het aandeel herbiciden gebruikt op het areaal gras en groenvoeders zelfs op tot 72 %. In de glastuinbouw is het aandeel overige bestrijdingsmiddelen relatief hoog (27 %). Het gaat voornamelijk om bodemontsmetting.

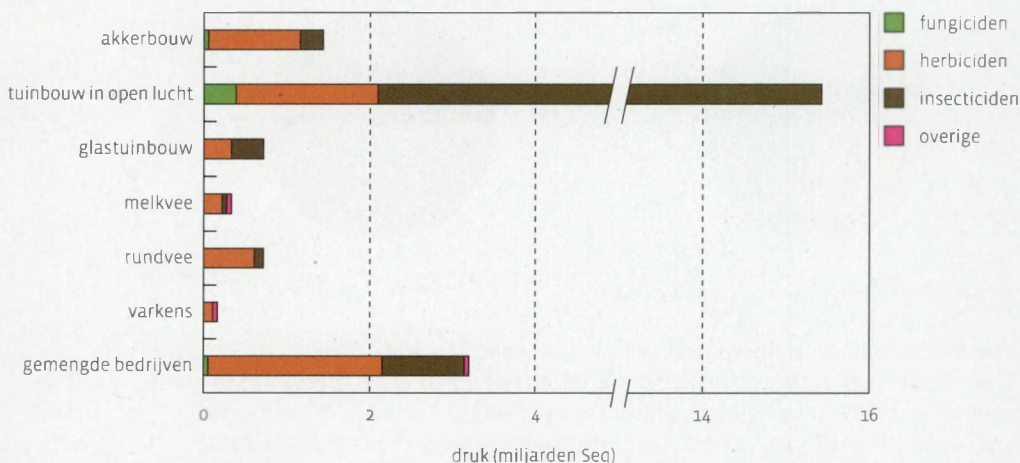
Figuur 3.6: Gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw per deelsector en type bestrijdingsmiddel (Vlaanderen, 2005)



Bron: AMS-LMN

Wat de druk op het waterleven betreft (figuur 3.7), zorgt de tuinbouw in open lucht voor de grootste milieudruk (70 %), gevolgd door de gemengde bedrijven (15 %) en de akkerbouw (7 %). De hoge milieudruk van de tuinbouw in open lucht is hoofdzakelijk afkomstig van insecticiden. Voor de andere sectoren zijn de herbiciden bepalend.

Figuur 3.7: Druk op het waterleven door bestrijdingsmiddelen in de landbouw per deelsector en type bestrijdingsmiddel (Vlaanderen, 2005)



Bron: AMS-LMN en Vakgroep Gewasbescherming, UGent

De glastuinbouw gebruikt per oppervlakte-eenheid de meeste bestrijdingsmiddelen omdat het om intensieve teelten gaat en er naar een hoge productie gestreefd wordt. Het gebruik per oppervlakte-eenheid in de dierlijke sectoren ligt laag. Het gaat voornamelijk om grasland en maïs, teelten die weinig insecticiden behoeven. Op het vlak van milieudruk weegt een ha tuinbouw in open lucht het zwaarst. Van de dierlijke sectoren is dat de rundvee-sector.

Tabel 3.3: Kengetallen voor gebruik van bestrijdingsmiddelen in de landbouw en druk op het waterleven, per deelsector en type bestrijdingsmiddel (Vlaanderen, 2005)

deelsector	fungiciden	herbiciden	insecticiden	overige	totaal
gebruik in kg AS/ha					
akkerbouw	3,2	2,5	0,4	0,6	6,7
tuinbouw open lucht	16,1	4,3	3,7	3,0	27,2
glastuinbouw	18,9	2,4	7,5	10,9	39,6
melkvee	0,2	0,9	0,0	0,1	1,2
rundvee	0,7	1,2	0,0	0,2	2,2
varkens	1,4	2,0	0,1	0,3	3,9
gemengde bedrijven	2,4	1,7	0,5	0,8	5,4
druk op het waterleven in Seq/ha					
akkerbouw	476	13 812	3 473	167	17 927
tuinbouw open lucht	12 719	52 223	410 073	413	475 428
glastuinbouw	1 606	106 833	127 505	1 794	237 738
melkvee	32	1 407	404	99	1 942
rundvee	116	4 766	491	84	5 455
varkens	162	2 597	1 010	256	4 025
gemengde bedrijven	415	10 589	5 073	222	16 300

AS: actieve stof

Bron: AMS-LMN en Vakgroep Gewasbescherming, UGent

Het gebruik van bestrijdingsmiddelen werd in de loop van de tijd al teruggebracht dankzij de introductie van geïntegreerde en biologische bestrijding, mechanische onkruidbestrijding, een gebruiksbepijking door strengere residucontroles, een verbeterd gamma beschermingsmiddelen, lagere wettelijke doseringen, resistentere gewasvariëteiten, preciezere spuitinstallaties enz. De impact op het milieu werd bovendien verkleind door het uit gebruik nemen van de meest toxische stoffen. Verdere inspanningen blijven echter nodig. Daarnaast speelt de behandeling van spuitresten een grote rol in de waterkwaliteit. Het gebruik van een spoeltank en het vermijden van lozing van spoelresten buiten de akker zijn na te streven verbeterpunten.

3.2 Bodemverlies door het rooien van gewassen

De doelstelling van het huidige bodemerosiebeleid in Vlaanderen is het verminderen van de impact van bodemerosie door water. Nu er in dat kader ook beheerovereenkomsten kunnen worden afgesloten voor minimale bewerking in plaats van het gebruik van de klassieke kerende ploeg, wordt ook de problematiek van bewerkingserosie aangepakt. Naast water- en bewerkingserosie is er echter nog een ander proces dat leidt tot belangrijk *bodemverlies op akkerland*, namelijk het rooien van gewassen waarvan het opbrengstdeel (gedeeltelijk) onder de grond groeit. Tijdens het rooien van gewassen zoals suikerbieten, aardappelen, cichoreiwortelen, penen en prei, blijven bodemdeeltjes aan het gewas kleven en kunnen bodemkluiten en stenen door de rooimachine opgepakt worden. Wanneer de rooimachine die aanhangende bodemdeeltjes, stabiele bodemkluiten en stenen niet van het gewas kan scheiden, worden ze samen met het gewas van het veld geëxporteerd, wat dus een bodemverlies betekent voor het perceel waar het gewas geteeld werd. Net zoals bij andere bodemerosieprocessen wordt bodemverlies door het rooien van gewassen (BRG) uitgedrukt als massa ovendroge bodem.

Het bodemmateriaal dat tijdens de oogst van de akker geëxporteerd wordt, kan op verschillende plaatsen terecht komen, zoals op een perceelrand waar de oogst eventueel tijdelijk opgeslagen wordt, het landbouwbedrijf (bv. indien het gewas daar gereinigd wordt), wasbedrijven, gewasverwerkende bedrijven en de consument.

Op de akkers leidt bodemverlies door rooien tot een vermindering van de bodemkwaliteit met onder meer een verlies van de vruchtbare bodemtoplaag, wat op zijn beurt kan leiden tot een vermindering van gewasopbrengsten. Bodemverlies door rooien heeft daarnaast nog een aantal andere gevolgen voor de economie en het milieu die te maken hebben met het transport van de bodem, het reinigen van het gewas, het laten bezinken van sediment in bekkens en het afzetten van de bodem.

In wat volgt gaan we na wat de omvang is van het bodemverlies door rooien in Vlaanderen en hoe dat bodemverlies varieert in de ruimte en de tijd. Vervolgens wordt dieper ingegaan op de factoren die het bodemverlies sturen en wat het relatieve belang van bodemverlies door rooien is ten opzichte van watererosie. Ten slotte gaan we na welk beleid wordt gevoerd ten opzichte van bodemverlies door rooien en welke inspanningen de landbouwsector levert om die bodemverliezen tot een minimum te beperken.

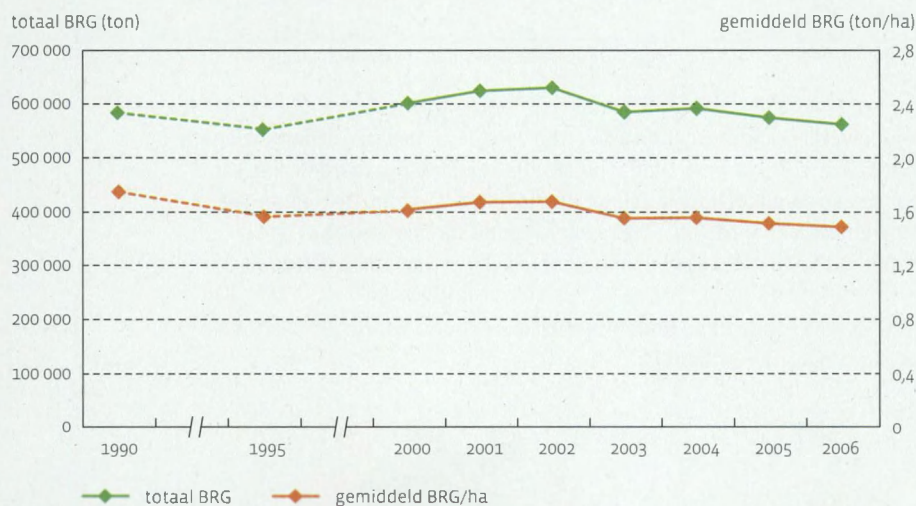
Omvang van het bodemverlies door rooien in Vlaanderen

Op basis van veldmetingen en grondtarragegegevens van gewasverwerkende bedrijven in België kunnen volgende *gemiddelde bodemverlieswaarden* naar voor worden geschoven: 8,8 ton/(ha.oogst) voor suikerbieten, 2,2 tot 3,2 ton/(ha.oogst) voor aardappelen, 8,1 ton/(ha.oogst) voor cichorei voor inuline, 11,9 ton/(ha.oogst) voor witloofcichorei, 15,8 ton/(ha.oogst) voor peen en 6,8 tot 10,8 ton/(ha.oogst) voor schorseneer. Maximale bodemverlieswaarden bedragen enkele tientallen tot honderd ton/(ha.oogst). Bodemverlies door rooien ligt dus in dezelfde orde van grootte als bodemverliezen door watererosieprocessen.

Totaal bodemverlies door rooien in ton/jaar wordt berekend door bodemverlies in ton/(ha.oogst) voor elk gewas te vermenigvuldigen met het areaal dat dit gewas inneemt. Delen door het akkerlandareaal geeft het gemiddelde bodemverlies in ton/(ha.jaar). Bodemverlies door rooien wordt constant verondersteld voor een bepaald jaar en voor een bepaald gewas, behalve voor aardappelen, waarvoor bodemverlies door rooien wordt geschat aan de hand van de bodemtextuur.

Voor de periode 1990-2006, bedragen de gemiddelde bodemverliezen door het rooien van gewassen in Vlaanderen 1,6 ton per hectare akkerland of 0,57 miljoen ton per jaar (figuur 3.8). Dit betekent dat er jaarlijks 19 000 vrachtwagens met een capaciteit van 30 ton nodig zijn om die bodem van de akkers naar bijvoorbeeld landbouwbedrijven of gewasverwerkende bedrijven te transporteren.

Figuur 3.8: Gemiddeld bodemverlies door rooien per hectare akkerland en totaal bodemverlies door rooien (Vlaanderen, 1990-2006)

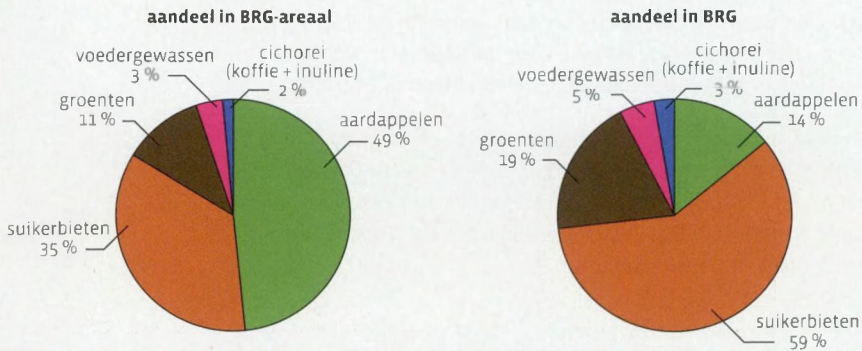


Bron: Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie, K.U.Leuven

Schommelingen in bodemverlies (figuur 3.8) zijn te wijten aan variaties in bodemverliezenwaarden per gewas, uitgedrukt in ton/(ha.oogst), en het *BRG-areaal*. Het *BRG-areaal* is het areaal waarop gewassen worden geteeld die leiden tot bodemverliezen tijdens hun oogst. Het aandeel van *BRG-gewassen* in het totale akkerlandareaal in Vlaanderen is gedaald van 28 % in 1990 tot 23 % in 2006. De daling in het totale areaal *BRG-gewassen* (93 957 ha in 1990) was kleiner (87 339 ha in 2006) wegens een toename in het totale akkerlandareaal.

Suikerbieten en aardappelen zijn qua areaal de belangrijkste *BRG-gewassen*. Het aandeel aardappelen in het *BRG-areaal* is sinds 1990 toegenomen (38 % in 1990, 48 % in 2006) terwijl dat van suikerbieten is afgenomen (41 % in 1990, 35 % in 2006). Hoewel aardappelen in 2006 bijna 50 % van het *BRG-areaal* bezetten dragen ze slechts voor 14 % bij tot de totale bodemverliezen ten gevolge van gewasoogst. Het aandeel van suikerbieten in de totale bodemverliezen door rooien is met 59 % veruit het belangrijkste, gevolgd door de *BRG-groenten* (19 %) (figuur 3.9).

Figuur 3.9: Aandeel van gewassen in het BRG-areaal en het totale bodemverlies door rooien (Vlaanderen, 2006)

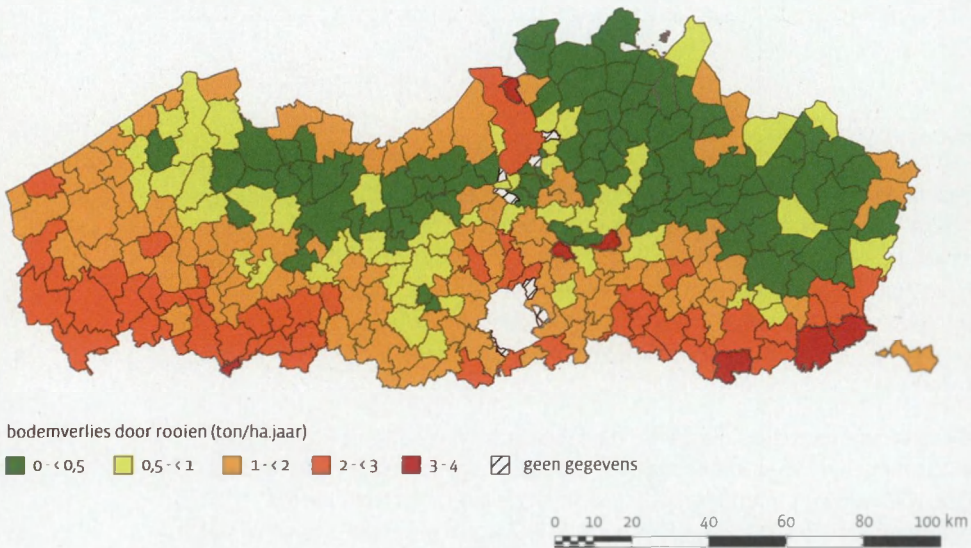


Groenten: peen, ui, sjalot, knolselder, raap, schorseneer, radijs, witloofwortel, asperge en prei
Voedergewassen bestaan voor het grootste deel uit voederbieten en voor een klein deel uit andere wortel- en knolgewassen.

Bron: areaal: FOD Economie; bodemverlies door rooien (BRG): Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie, K.U.Leuven

De gemiddelde bodemverlieswaarden per ha akkerland voor de *gemeenten* schommelen tussen 0 en 3,6 ton/(ha.jaar) (figuur 3.10). Omdat dit slechts gemiddelde waarden zijn, kan bodemverlies door rooien voor individuele velden aanzienlijk groter zijn. De ruimtelijke spreiding in bodemverliezen door rooien hangt samen met de spreiding van het BRG-areaal en met het feit dat bodemverliezen door het rooien van aardappelen textuur

Figuur 3.10: Ruimtelijke verdeling van bodemverlies door rooien in ton per hectare akkerland en per jaar (Vlaanderen, 2006)



Bron: Onderzoeksgroep Fysische en Regionale Geografie, K.U.Leuven

afhankelijk zijn. Veel van de hoogste bodemverliezen komen voor in zuidelijk Vlaanderen waar ook de bodemverliezen door watererosie het grootst zijn.

59 % van alle bodemverlies door rooien in Vlaanderen is afkomstig van de suikerbietenooft. Een deel hiervan komt in bezinkingsbekkens van suikerfabrieken terecht. De laatste jaren zal dat aandeel zijn verminderd door het frequenter reinigen bij laden van de bietenhoop voor transport. Voor de andere gewassen is minder duidelijk wat er met bodemverlies door rooien gebeurt. De bodem wordt verdeeld over de landbouwbedrijven (bv. wanneer aardappelen gereinigd worden over een stortbak), was-, verpak- en sorteerbedrijven, gewasverwerkende bedrijven, handelaars, de versmarkt en de consument. We hebben geen algemeen beeld van wat de uiteindelijke eindbestemming is van de bodem die omwille van bodemverlies door rooien in landbouwbedrijven en gewasverwerkende bedrijven terecht komt. Voorbeelden van gebruik in de landbouw zijn het opvullen van erosieravijnen, het ophogen van lager gelegen delen van een veld of het afzetten op perceelsranden waar het bij achtereenvolgende bewerkingsoperaties wordt open gespreid. Bodem uit bezinkingsbekkens van gewasverwerkende bedrijven wordt soms afgezet op storten of gebruikt in constructiewerken.

Wat stuurt het bodemverlies door rooien van gewassen?

De factoren die bodemverlies door rooien van een bepaald gewas beïnvloeden kunnen in vier hoofdgroepen worden onderverdeeld, zijnde bodemkenmerken (textuur, vochtgehalte, gehalte organisch materiaal ...), gewaskenmerken (schilruwheid, vorm, vertakkingen ...), landbouwpraktijken (plantdichtheid, opbrengst, homogeniteit van de gewasstand ...) en oogsttechniek (oogstnelheid, type reinigingsonderdelen ...). Bodemverlies door rooien van suikerbieten neemt exponentieel toe met het vochtgehalte van de bodem op het tijdstip van rooien. Jaarlijks gemiddelde bodemverlieswaarden ten gevolge van de oogst van suikerbieten in België variëren van 4,4 tot 19,5 ton/(ha.oogst) tussen 1968 en 2000 en zijn gecorreleerd met de hoeveelheid neerslag van het rooiseizoen (Ruysschaert et al., 2005). Bodemverlies door rooien van aardappelen bestaat vooral uit stabiele bodemkluiten waarvan de totale massa exponentieel toeneemt met het percentage bodempartikels <16 µm (Ruysschaert et al., 2007).

Bodemverlies door rooien in vergelijking met bodemerosie door water

In Vlaanderen bedraagt het gemiddelde bodemverlies door het rooien van gewassen 0,57 miljoen ton/jaar (periode 1990-2006). Dit is aanzienlijk minder dan de totale hoeveelheid bodemmateriaal die door regen en afstromend water wordt losgemaakt en over een bepaalde afstand wordt getransporteerd (1,82 miljoen ton in 2004). Omdat bij *watererosie* een deel van het materiaal hellingafwaarts weer wordt afgezet, zal de hoeveelheid bodem die de rivier bereikt kleiner zijn dan de hoeveelheid materiaal dat door water werd geërodeerd. De massa bodem die jaarlijks in waterlopen terecht komt omwille van watererosie (0,41 miljoen ton in 2004) is kleiner dan de massa bodem die potentieel over de weg wordt getransporteerd omwille van het rooien van gewassen.

Beleid en inspanningen van de landbouwsector

Momenteel bestaat er geen overheidsbeleid dat bodemverlies door rooien rechtstreeks aanpakt. Toch is de gewasverwerkende sector zich bewust van het probleem onder meer omwille van de kosten die met bodemverlies door rooien gepaard gaan (bv. wassen en opslag in bezinkingsbekkens). Het opleggen van grondtarraboetes bijvoorbeeld stimuleert landbouwers om de massa bodem die samen met het gewas aan de fabriek wordt geleverd zo klein mogelijk te houden.

Maatregelen voor een verminderde aanvoer van bodem aan de gewasverwerkende bedrijven leiden echter niet altijd tot een vermindering van bodemexport van de akkers (= bodemverlies door rooien). Dat is het geval bij naoogstbehandelingen zoals het nareinigen van aardappelen op het landbouwbedrijf. Zoals eerder uitgelegd zou men bodemverlies door rooien kunnen reduceren door suikerbieten zoveel mogelijk te rooien onder droge omstandigheden en te vermijden dat aardappelen op zwaardere gronden worden geteeld. Daarnaast bestaan er nog een hele reeks maatregelen om bodemverlies door rooien te beperken die te maken hebben met teelt- en oogsttechniek. Er bestaat een verscheidenheid aan reinigingselementen (bv. axiaalrollen, zeven, borstels) voor rooimachines. Het zoveel mogelijk inzetten van die technologieën en het optimaliseren van het gebruik zou moeten worden gestimuleerd. De suikerbietensector besteedt nu reeds veel aandacht aan het sensibiliseren van landbouwers en loonwerkers door middel van demonstratieprojecten en het publiceren van tips om tarra te minimaliseren (bv. juist afstellen van de machine en verlagen van rooisnelheid). Een voorbeeld is een Interregproject voor het Benelux Middengebied. In dit project is een volledig thema gewijd aan tarrareductie in de suikerbietenteelt (van der Linden & Vandergeten, 2001). Veredelaars doen bovendien onderzoek naar suikerbietvariëteiten die tot lagere grondtarrapercentages leiden. Dankzij dergelijke inspanningen is er sinds de jaren '70 een significante daling van bodemverlies per ton suikerbieten. Door een stijging in suikerbiet-opbrengsten is die daling echter niet merkbaar voor de totale bodemverliezen per hectare (Ruyschaert et al., 2005).

3.3 Co-existentie tussen transgene en niet-transgene maïs

Co-existentie is het naast elkaar bestaan van (in dit geval) veilig bevonden transgene en niet-transgene gewassen. De Europese Commissie (EC) heeft op 23 juli 2003 aanbevelingen gedaan om nationale strategieën te ontwikkelen om co-existentie te waarborgen. Als gevolg daarvan werkt Vlaanderen, net zoals verschillende EU-lidstaten, aan een wetgevend kader voor co-existentie. Volgens de EC en het Vlaamse voorontwerp van decreet is het toepassingsveld van co-existentie de teelt van gewassen tot op het moment dat ze de hoeve verlaten. Omdat niet iedereen transgene gewassen accepteert, kan accidentele vermenging van transgene en niet-transgene gewassen tot *economische schade* leiden, bv. omdat een gewas minder waard is of omdat het productiesysteem van een teler (denk aan biologische landbouw) in het gedrang komt. Het Vlaamse voorontwerp van decreet regelt die potentiële schade, maar behandelt niet de eventuele *milieuschade*. De wetgever kan

steunen op resultaten van recent wetenschappelijk onderzoek dat zoekt naar de beste maatregelen om accidentele vermenging tussen transgene en niet-transgene gewassen of delen ervan binnen de perken te houden. De focus in dit rapport beklemt omtrent vooral de gevolgen voor de teeltkeuze van potentiële co-existentie-maatregelen. Als typegewas is maïs gekozen.

Als ze dat wensen kunnen landbouwers immers transgene maïs telen in Vlaanderen. Anno 2007 staan een 60-tal transgene maïsrasen ingeschreven op de Europese rassenlijst. Daarom is er nood aan een wettelijk kader voor co-existentie.

De *onbedoelde aanwezigheid* van transgeen materiaal in niet-transgeen materiaal is onvermijdbaar omwille van menselijke activiteiten en omwille van biologische factoren. Maïs is een windbestuiver en de natuurlijke stuifmeeloverdracht tussen naburige percelen is veruit de belangrijkste biologische bron van accidentele vermenging. Bevrucht transgeen stuifmeel een niet-transgene eikel, dan bevat het embryo transgenen. Andere bronnen van vermenging in maïs zijn bv. het gebruik van onzuiver zaaizaad, vermenging van zaaizaad tijdens het zaaien of vermenging van geoogst materiaal doordat materiaal achterblijft in machines of in opslagplaatsen.

Tolerantiedrempels en economische gevolgen van accidentele vermenging

Het is dus mogelijk dat er in de gewassen van telers die geen transgene gewassen telen toch transgenen terechtkomen. Het omgekeerde is natuurlijk evengoed mogelijk en zorgelijk, niet-transgeen materiaal dat in velden met transgene gewassen terechtkomt, maar anno 2007 is dit echter geen strijdpunt. Omdat men weet dat transgenen (net als alle genen) moeilijk "aan de leiband te houden zijn", tolereert de actuele Europese wetgeving een percentage van onbedoelde en technisch niet te voorkomen vermenging. Zolang de vermenging onder de grenswaarde blijft, moet men op de etiketten niet vermelden dat het product transgeen materiaal bevat. De *grenswaarde voor toegestaan transgeen materiaal* bedraagt 0,9 % per ingrediënt van voedingsmiddelen en diervoeders. Sinds 12 juni 2007 is beslist dat die drempel ook geldt voor biologische producten. De biologische sector is niet gelukkig met die beslissing (zie kadertekst). Na jarenlang discussiëren is er voor zaaizaden nog geen drempelwaarde vastgelegd. Afhankelijk van de plantensoort zijn er voorstellen die variëren van 0,3 % tot 0,5 %. Die waarden zijn kleiner dan 0,9 % om te garanderen dat aan het einde van het productieproces de drempel van 0,9 % niet overschreden wordt: zaaizaden zijn immers de eerste schakel in het productieproces en het is best mogelijk dat er stroomafwaarts in het productieproces nog vermengingen bijkomen.

Maar wat gebeurt er nu als er in niet-transgene gewassen meer transgeen materiaal terechtkomt dan de tolerantiedrempel toelaat? Wetgevers voorzien een financiële compensatie, geput uit een *speciaal fonds*. Wie dat fonds moet bevoorraden, daarover verschillen de meningen in de EU. Enkele denkpijlen: alle telers, alleen de telers van transgene gewassen, de bedrijven die transgene rassen maken, en/of de overheid.

Co-existentiemaatregelen nodig

Precies om te vermijden dat verschillende EU-lidstaten te uiteenlopende regels maken om de accidentele vermenging onder de tolerantiedrempels te houden, vaardigde de EC haar niet-bindende aanbevelingen uit. Daarin staan naast basisprincipes een aantal richtsnoeren en een inventaris van mogelijk bruikbare maatregelen om co-existentie gedurende het hele productieproces van een gewas mogelijk te maken.

De EC vindt ruimtelijke isolatie tussen transgene en niet-transgene gewassen een uitstekende methode om vermenging binnen de perken te houden. *Ruimtelijke isolatie* betekent dat velden een bepaalde afstand van elkaar moeten liggen. Die maatregel vloeit voort uit de kennis dat stuifmeelconcentraties in de lucht snel afnemen met een toenemende afstand tot de stuifmeelbron. Hoe minder stuifmeel in de lucht, hoe kleiner de kans op ongewenste kruisbevruchting. Wie zegt dat velden op een bepaalde afstand van elkaar moeten liggen wordt natuurlijk geconfronteerd met de precieze invulling daarvan. Daarvoor worden isolatieperimeters gedefinieerd. Een isolatieperimeter is een strook van een bepaalde breedte rondom een veld.

Isolatieperimeters voor maïs hier en elders

84

Er is in verschillende landen van de EU onderzoek verricht of aan de gang om uit te maken hoe ver maïspercelen precies van elkaar moeten liggen om onbedoelde vermenging te beperken. Beperken betekent in dat geval zeker onder de 0,9 % houden, want het is mogelijk dat bij de verwerking buiten de hoeve er nog extra onbedoelde vermenging blijkt. De inspiratie komt vaak uit ouder onderzoek dat decennia geleden uitgevoerd werd om te achterhalen hoe men zaaizaadproductievelden raszuiver kon houden.

Op basis van een *gedetailleerde literatuurstudie* concludeerden Devos et al. (2005) dat een isolatieperimeter van 50 m in de meeste gevallen ruim voldoende is. Voor percelen met niet-transgene maïs die groter zijn dan 5 ha is er in principe geen isolatieperimeter nodig: kruisbevruchting gebeurt namelijk in belangrijke mate in de randen van velden en ze wordt erg verdund door de grootte van het ontvangende veld, want hoe groter een veld, hoe relatief kleiner het aandeel van de randen in de totale oppervlakte. Voor percelen niet-transgene maïs met een oppervlakte tussen 5 ha en 1 ha is een toenemende isolatieperimeter van 10 m tot 50 m vereist naarmate het veld in grootte verkleint. Velden die kleiner zijn dan 1 ha moeten minstens 50 m van elkaar liggen, vooral als het veld met het niet-transgene gewas windafwaarts gelegen is van de transgene stuifmeeldonor.

De isolatieperimeters zoals men die vindt in wetsvoorstellen en -teksten uit omliggende EU-lidstaten variëren tussen 15 m en 800 m, met 200 m als de meest voorkomende afstand. Sommige lidstaten maken een onderscheid tussen gangbare en biologische landbouw (tabel 3.4). Vergeleken met het resultaat van wetenschappelijk onderzoek naar vermenging door kruisbestuiving, zijn sommige overheden voorzichtig. Anno 2007 heeft Vlaanderen nog geen officiële isolatieperimeter vastgelegd, maar onderhandelingen hieromtrent zijn gaande (Vlaamse Regering, 2007).

Biologische landbouw: GGO-vrije productie

De biologische landbouw- en voedingssector wil een nuchtere en realistische discussie op basis van het *wettelijke verbod* op gebruik van GGO's in de biologische landbouw in een wereldwijde omgeving waar het areaal transgene gewassen met de dag groeit. Tien jaar commerciële teelt van transgene gewassen hebben aangetoond dat het recht op keuzevrijheid voor biologische landbouw meer en meer in het gedrang komt (Greenpeace, 2007). Dat wettelijke verbod is de correcte toepassing van de internationaal erkende basisprincipes van de biologische landbouw. De biologische productie is gebaseerd op ecologische systemen. Ecologische systemen zijn in se onverenigbaar met gentechnologie want zijn gebaseerd op respect voor de integriteit van de plant, een agro- ecologische benadering. Dat respect voor integriteit betekent dat men geen ingrepen doet bij een plant die van nature niet kunnen. Bij een transgeen organisme worden via gentechnologie de natuurlijke grenzen van de voortplanting doorbroken.

Door GGO's te weren is echter nog niet gegarandeerd dat biologische producten vrij zijn van sporen van GGO's. In Verordening (EG) 2092/91 inzake de biologische productie en de etikettering van biologische producten staat alleen dat je GGO's niet mag gebruiken. In Verordening (EG) 834/2007, die vanaf 1 januari 2009 Verordening (EG) 2092/91 zal vervangen, staan allerlei regels die aangeven hoe dat verbod geïnterpreteerd moet worden. Zo is nu formeel opgenomen dat de marktdeelnemers mogen vertrouwen op de etikettering overeenkomstig Richtlijn 2001/18/EG inzake verspreiding van GGO's. Dus de drempelwaarde voor etikettering van onbedoelde GGO-besmetting (0,9 %) geldt ook voor biologische producten.

Wat men niet altijd vermeldt is dat die voorwaarde uit Richtlijn 2001/18/EG stelt dat een besmetting tot 0,9 % 'onvoorzien en technisch onvermijdelijk' moet zijn. Cruciale vraag blijft wie verantwoordelijk gesteld zal worden indien een biologische marktdeelnemer geconfronteerd wordt met een aanwezige *GGO-besmetting* niettegenstaande hij alles deed om dat te voorkomen. Wil de biologische keten de nultolerantie voor GGO-besmetting kunnen blijven toepassen, dan moet de aansprakelijkheid voor elke onvoorziene GGO-besmetting bij de GGO-gebruiker neergelegd worden. De inconsequentie zit dus eigenlijk niet in de biologische verordening, maar in de richtlijn 2001/18/EG: die had met de drempelwaarde tegelijk de aansprakelijkheid moeten regelen.

Ten slotte accepteert de biologische sector de premisse van *wezenlijke gelijkwaardigheid* niet die gehanteerd wordt bij het onderzoek. Daarmee wordt bedoeld dat een transgeen organisme zoveel lijkt op de niet-transgene variant, dat de veiligheidsbeoordeling beperkt kan zijn en niet de hele plant onderzocht hoeft te worden. Ook effecten op lange termijn hoeven niet te worden onderzocht. Het gaat er om dat men daarbij enkel uitgaat van 'grootheden', waarbij iets dat 99,... % identiek is aan het origineel, daarmee gelijkgesteld wordt. Louter materieel gezien lijkt zo'n klein verschil onbelangrijk, maar op levensniveau kan dat wel degelijk een grote rol spelen.

Tabel 3.4: Isolatieperimeters in wetvoorstellen (1) of aangenomen wetten (2) voor co-existentie in maïs in enkele EU-lidstaten

lidstaat	isolatieperimeter (m) gangbaar	isolatieperimeter (m) biologisch	isolatieperimeter (m) zaadproductie	status maatregel
Denemarken	200	200	200	2
Duitsland	150	300	-	1
Frankrijk	50	-	-	1
Hongarije	400	800	800	1
Ierland	50	75	-	1
Luxemburg	800	800	800	1
Nederland	25	250	250	1
Polen	200	300	-	1
Portugal	200	300	-	2
Slowakije	200	300	-	1
Spanje	50	50	300	1
Tsjechië	70	200	-	1
Verenigd Koninkrijk	110 = korrelmaïs 80 = kuilmaïs	-	-	1
Zweden	25 = korrelmaïs* 15 = kuilmaïs*	idem als conventioneel	-	1

* afstanden geldig voor transgene maïsrasen met één genconstruct; voor transgene maïsrasen met meerdere genconstructen verdubbelt de afstand

Bron: Devos et al. (2007), UGent

Hoe implementeerbaar zijn isolatieperimeters in Vlaanderen?

Aanpak

Op Dolezel et al. (2005) na, stelde haast niemand zich de vraag wat de gevolgen zijn van bepaalde isolatieperimeters. Intuïtief voelt men aan dat hoe breder de perimeters, hoe groter de kans dat men aan teeltvrijheid verliest. Om vermenging te vermijden wordt immers afgeraden niet-transgene maïs te verbouwen rond een veld met transgene maïs. Omgekeerd zou niemand transgene maïs mogen verbouwen als hij niet ver genoeg van niet-transgene maïs kan blijven. Als burens instemmen met elkaars teeltsysteem zijn er natuurlijk geen strikte regels nodig, want dan vormt co-existentie geen breekpunt. Aan de Vakgroep Plantaardige Productie van de Universiteit Gent zijn een aantal *scenario's* getest om te bestuderen hoe groot de kans effectief is dat men in elkaars vaarwater terechtkomt. De veranderlijken waren: (1) de breedte van de isolatieperimeter en (2) de distributie van percelen transgene maïs. De scenario's zijn getest in zes representatieve Vlaamse maïsgebieden, elk 25 km² groot. De gebieden verschillen sterk in het aanwezige maïsareaal.

In elk scenario werd gekwantificeerd hoeveel percelen met niet-transgene maïs binnen de isolatieperimeter vielen en hoeveel telers geraakt werden door de maatregelen (figuur 3.11). Daaruit valt af te leiden hoe sterk het verlies is aan

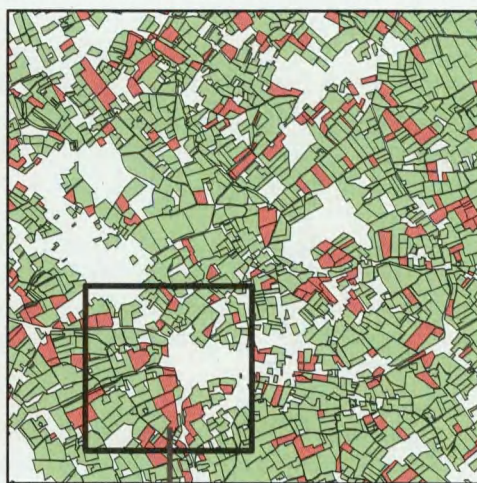
teeltvrijheid en welke administratieve en budgettaire gevolgen verbonden zijn aan de keuze voor een bepaalde isolatieperimeter.

Figuur 3.11: Scenario's voor co-existentie tussen transgene en niet-transgene maïs: gebied van 25 km² in Bocholt (links) en Anzegem (rechts)

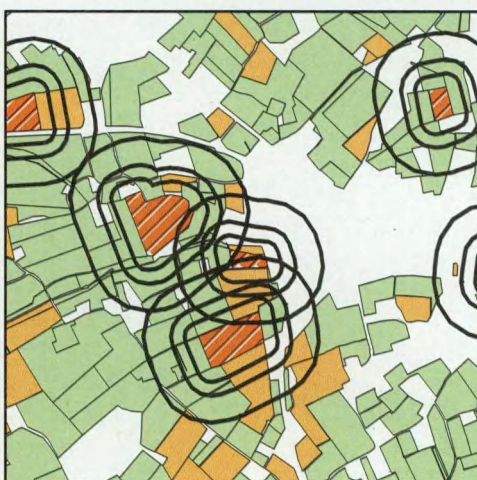
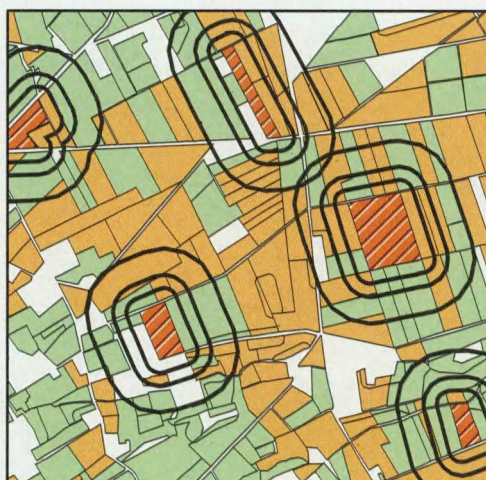
bovenaan: aandeel maïspercelen;

onderaan: concentrisch geïmplementeerde isolatieperimeters rond velden met transgene maïs.

■ maïs ■ andere gewassen □ onbeteeld



0 1 2 km



0 200 400 m

■ transgene maïs ■ niet-transgene maïs ■ andere gewassen □ onbeteeld

▤ isolatieperimeters van 50 m, 100 m en 200 m



Resultaten

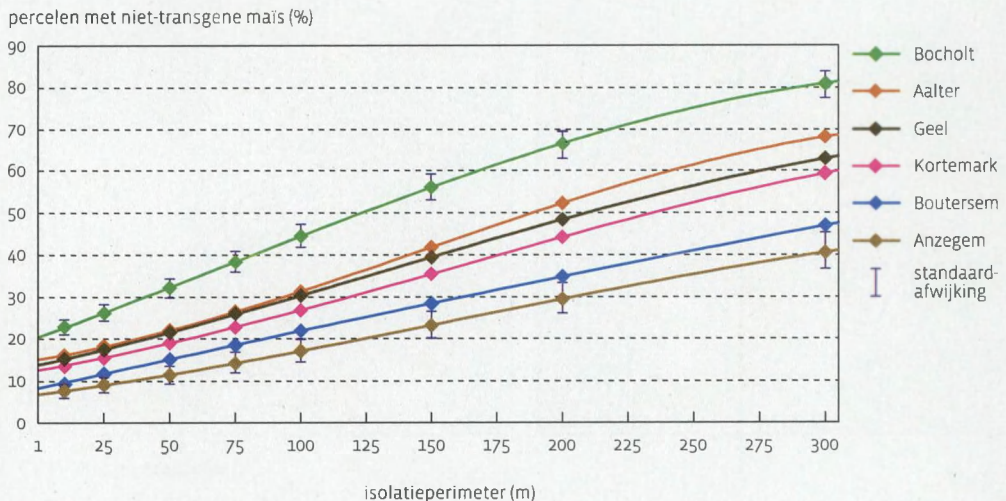
De resultaten tonen aan dat co-existentie van transgene en niet-transgene maïs lastig wordt in Vlaanderen met zijn versnipperde perceelstructuur. Als isolatieperimeters meer dan 50 m breed zijn, dan wordt het moeilijk om niet-transgene maïs buiten de invloedssfeer van transgene maïs te houden in gebieden waar veel maïs groeit, waar het aandeel transgene maïs hoog is, waar transgene maïs op een groot aantal kleine percelen wordt verbouwd en waar transgene maïs willekeurig over het gebied voorkomt.

Enkele voorbeelden:

- Zou men in het gebied Bocholt lukraak 10 % van de maïspcelen betelen met transgene maïs en rond die velden een isolatieperimeter van 200 m opleggen, dan ligt quasi twee derde van alle maïspcelen uit dat gebied binnen de isolatieperimeter (figuur 3.12).
- In Anzegem is dat de helft minder. Zelfs bij een isolatieperimeter van 50 m, ligt in Bocholt nog altijd een derde van alle maïspcelen binnen de perimeter; in Anzegem is dat nog slechts 10 %. Uiteraard verergert de situatie nog als het aandeel transgene maïs stijgt of als de transgene maïs vooral op de kleinste percelen staat.

88

Figuur 3.12: Aandeel percelen met niet-transgene maïs binnen isolatieperimeters ten opzichte van het totale aantal maïspcelen (scenario: willekeurige distributie van transgene maïs; aandeel transgene maïs: 10 %; maïsareaal zoals in het teeltseizoen 2004)

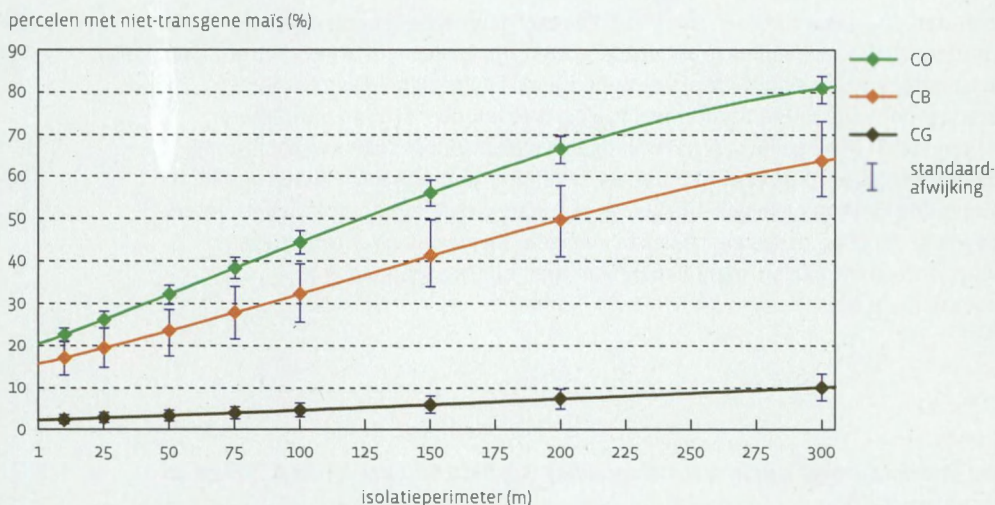


Bron: Devos et al. (2007), UGent

Het groeperen van alle percelen met transgene maïs in één grote cluster per gebied (CG in figuur 3.13), kan het aantal getroffen percelen en telers vijf tot tien keer

verlagen in vergelijking met een willekeurige verspreiding van velden met transgene maïs (CO in figuur 3.13). Het groeperen van velden met transgene maïs per landbouwbedrijf, neemt een tussenpositie in (CB in figuur 3.13).

Figuur 3.13: Aandeel percelen met niet-transgene maïs binnen isolatieperimeters ten opzichte van het totale aantal maïspcelen: effect van groeperingswijze (aandeel transgene maïs: 10 %; gebied: Bocholt; maïsareaal zoals in het teeltseizoen 2004)



CO: willekeurige distributie van transgene maïs; CG: gegroepeerde distributie per gebied; CB: gegroepeerde distributie per landbouwbedrijf.

Bron: Devos et al. (2007), UGent

Landbouwers zouden ook met elkaar kunnen praten om transgene maïs zodanig te verdelen over hun velden dat die het minst hinder veroorzaakt. Indien ze daarin slagen, dan kunnen ze de proportie van percelen die binnen een perimeter van 50 m valt bijna vier keer verminderen en wel tien keer als de perimeter 10 m bedraagt (tabel 3.5)

Tabel 3.5: Aandeel velden met niet-transgene maïs binnen perimeters van velden met transgene maïs, ten opzichte van het totale aantal maïsvelden. 10 % van de grondgebruikers teelt transgene maïs, ofwel in een samenwerkingsverband om co-existentieproblemen te minimaliseren, ofwel lukraak.

isolatieperimeter (m)	aandeel percelen (%)		reductiefactor
	optimale distributie	willekeurige distributie	
10	0,5	4,8	10,0
50	1,9	6,8	3,6

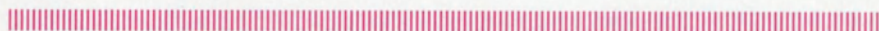
Bron: Devos et al. (2007), UGent

Aanbevelingen

Het maximaal groeperen van percelen met transgene maïs is de efficiëntste optie om ruimtelijke co-existentieproblemen tot een minimum te herleiden, maar belemmert de keuzevrijheid in landgebruik en in gewasrotatie. Is het groeperen binnen een gebied niet mogelijk en/of wenselijk, dan biedt het uitzoeken van percelen die de minste hinder veroorzaken een beperkt alternatief zonder veel verlies aan teeltvrijheid. Het is wetenschappelijk verdedigbaar om geen isolatieperimeter te eisen tussen een perceel met transgene maïs en een perceel niet-transgene maïs groter dan 5 ha, maar het toepassen van die regel heeft weinig betekenis in Vlaanderen, omdat er weinig grote maïspcelen zijn. In de meeste gevallen volstaat een isolatieperimeter van 50 m om de onbedoelde aanwezigheid van transgeen materiaal onder de tolerantiedrempel van 0,9 % te houden. Grotere perimeters opleggen staat bijna gelijk met het onmogelijk maken van de teelt van transgene maïs, en zelfs 50 m zorgt er al voor dat een belangrijk deel van de percelen niet in aanmerking kan komen in gebieden waar veel maïs groeit. Indien isolatieperimeters moeilijk te implementeren zijn, dan kan men gebruik maken van alternatieve co-existentiemaatregelen, maar dan duiken weer nieuwe problemen op (Devos et al., 2007).

Meer informatie over Landbouw, Verspreiding van bestrijdingsmiddelen, Bodem en Gebruik van GGO's op

www.milieurapport.be.



Referenties

- De Becker R. (red) (2007) Het Vlaams landbouwmonitoringsnetwerk: wat en hoe? Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie, Brussel.
- Devos Y., Reheul D. & De Schrijver A. (2005) The co-existence between transgenic and non-transgenic maize in the European Union: a focus on pollen flow and cross-fertilization, *Environmental Biosafety Research* 4, 71-87.
- Devos Y., Cougnon M. & Reheul D. (2007) Implementeerbaarheid van isolatieperimeters tussen percelen met transgene en niet-transgene maïs in de context van co-existentie in Vlaanderen, Universiteit Gent, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA/2007/03, www.milieurapport.be.
- Dolezel M., Pascher K. & Grabherr G. (2005) Regionality as a key parameter for co-existence of genetically modified maize with conventional and organic maize. In: Messéan A. (Ed), *Proceedings of the 2nd International Conference on Co-existence between GM and non-GM based agricultural supply chains*, Agropolis Productions, Montpellier, 203-206.
- Gavilán J. & Holmstock K. (2007) Resultaten in de glastuinbouwenquête 2006, Karakteristieken en energiegebruik, Beleidsdomein Landbouw en Visserij, Afdeling Monitoring en Studie, Brussel, www.vlaanderen.be/landbouw.
- Greenpeace (2007) GM contamination report, www.greenpeace.org.
- Maertens A. & Van Lierde D. (2002) Bepaling van het energieverbruik in de Vlaamse land- en tuinbouw, Centrum voor Landbouweconomie, Brussel, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, MIRA/2002/04, www.milieurapport.be.
- Ruysschaert G., Poesen J., Auerswald A., Verstraeten G. & Govers G. (2007) Soil losses due to potato harvesting at the regional scale in Belgium, *Soil Use and Management*, 23, 156-161.
- Ruysschaert G., Poesen J., Verstraeten G. & Govers G. (2005) Interannual variation of soil losses due to sugar beet harvesting in West Europe, *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 107, 317-329.
- van der Linden J.P. & Vandergeten J.P. (2001) Tarrareductie. Instructiegids voor een betere oogstkwiteit, Interregprogramma voor het Benelux Middengebied / IRS - KBIVB.
- Vlaamse Regering (2007) Voorontwerp van decreet houdende de organisatie van co-existentie van genetisch gemodificeerde gewassen met conventionele gewassen en biologische gewassen.

Lectoren

Cindy Boonen, Afdeling Landbouw- en
Visserijbeleid, Departement LV

René Custers, VIB

Rik David, Departement Verpleegkunde
en Biotechnologie, Katholieke
Hogeschool Zuid- West-Vlaanderen

Kris De Craene, Belconsulting

Adinda De Schrijver, WIV

**Joeri Deuninck, José Gavilán, Jonathan
Platteau**, Afdeling Monitoring en Studie,
Departement LV

Herman Fontier, DG Dier, Plant en
Voeding, FOD VVVL

Walter Galle, ANB

Geert Gommers, Velt vzw

Peter Jaeken, Phytofar vzw

Jan Kielemoes, Afdeling Milieu-integratie
en -subsiëringen, Departement LNE

Iris Penninckx, Boerenbond

Geert Raeymaekers, Bart Verhagen, DG
Leefmilieu, FOD VVVL

Isabel Roldán-Ruiz, ILVO

Simon Six, VMW

Monika Sormann, DG Onderzoek,
Europese Commissie

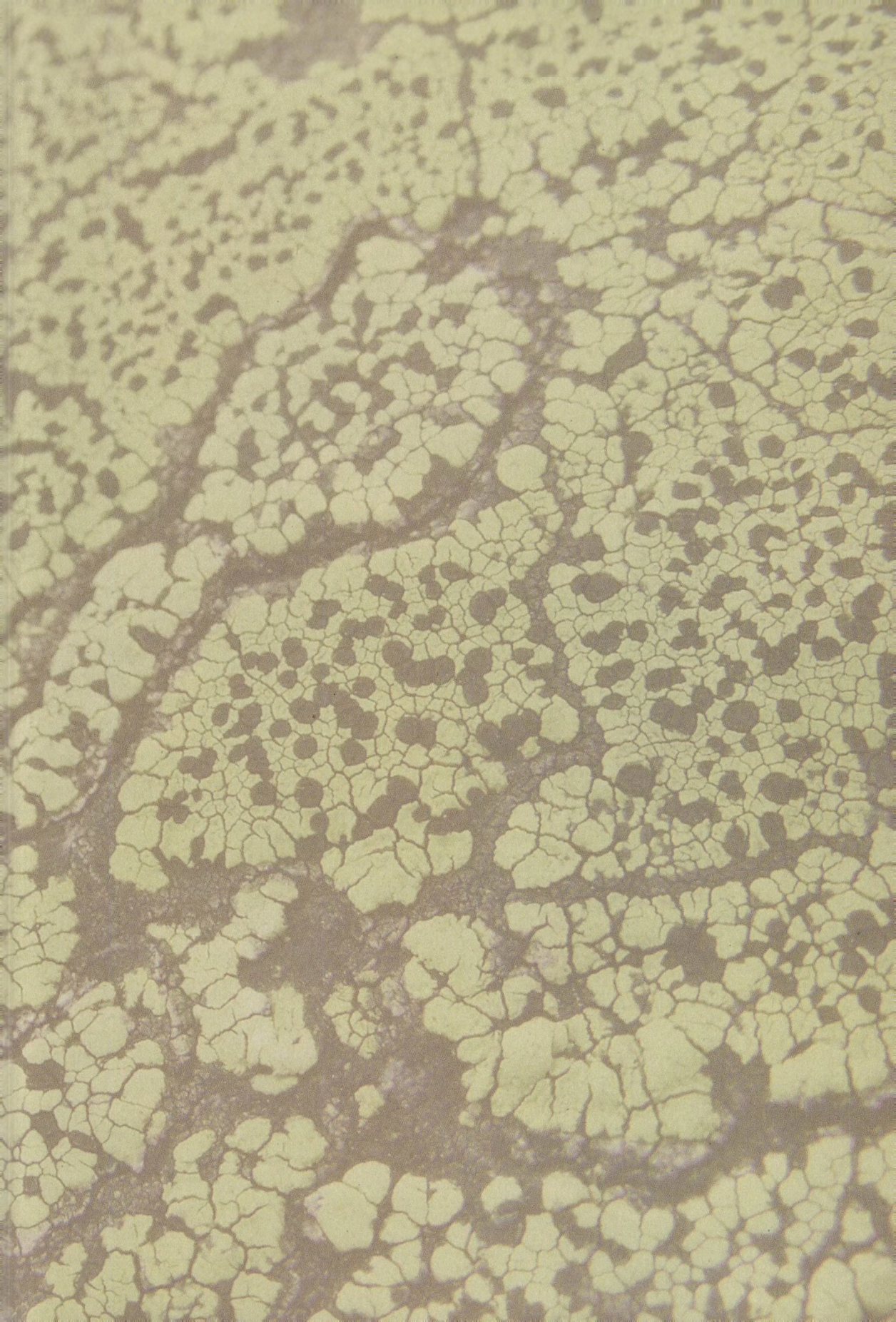
Martien Swerts, Afdeling Land- en
Bodembescherming, Ondergrond,
Natuurlijke Rijkdommen, Departement
LNE

**Paul Thomas, Kor Van Hoof, Inge Van
Vynckt, Adelheid Vanhille**, VMM

Toon Van Elst, PRG Odournet nv

Ludo Vanongeval, Afdeling Milieu-
Natuur- en Energiebeleid, Departement
LNE

Isabelle Vermander, VCM



4

Hoofdpijnen

- De lucht- en zeevaart nemen wereldwijd en in Vlaanderen toe, waardoor de schadelijke emissies van deze modi stijgen. In 2005 maakten de CO₂-emissies van de zeevaart 6 % uit van de totale CO₂-emissies van de sector transport in Vlaanderen¹, voor de luchtvaart was dat 7 %. Voor NO_x ging het om 21 % voor de zeevaart en om 4 % voor de luchtvaart. Voorts is de zeevaart verantwoordelijk voor het overgrote deel van de SO₂-emissies.
- De CO₂-uitstoot van toestellen die over Vlaanderen vliegen is in grootteorde vergelijkbaar met de CO₂-uitstoot van toestellen die landen en/of opstijgen op de luchthavens die in Vlaanderen gelegen zijn. Ook de NO_x-emissies van overvliegende toestellen zijn van dezelfde grootteorde of zelfs iets groter.
- In Vlaanderen¹ wordt meer dan de helft van de zeevaartermisies geproduceerd in havengebieden.
- Het vervoer van goederen gebeurt meer energie-efficiënt per zeeschip dan per vliegtuig en dat zowel op korte afstanden (factor 7) als op lange afstanden (factor 27).
- Het laatste decennium is er geen modale verschuiving opgetreden van het wegverkeer naar de meer milieuvriendelijke modi spoor en binnenvaart bij het vervoer van goederen vanuit de havens naar het hinterland. Het spoor verliest wel aandeel ten voordele van de binnenvaart.

¹ inclusief Belgisch
Continental Plat

Beleidsaandacht nodig voor milieudruk van lucht- en zeevaart

Cathy Macharis, Tim Festraets, Vakgroep MOSI - Transport en Logistiek, Vrije Universiteit Brussel

Joeri Van Mierlo, Julien Mathey, Nicole Sergeant, Jean-Marc Timmermans, Vakgroep Elektrotechniek en Energietechniek, Vrije Universiteit Brussel

Kris Vanherle, Transport & Mobility Leuven

Caroline De Geest, MIRA, VMM

Inleiding

Onder andere door de aanwezigheid van zeehavens en luchthavens is Vlaanderen een logistieke draaischijf in Europa. Vlaanderen ligt in het centrum van een druk doorvlogen Europees luchtruim en bevindt zich in de FLAP-zone, een ruit die gevormd wordt door de luchthavens van Frankfurt, Londen, Amsterdam en Parijs. De stijgende activiteit van de internationale transportmodi verhoogt de milieudruk in Vlaanderen eveneens. De emissies van de internationale lucht- en zeevaart worden momenteel echter niet in rekening gebracht in het Kyotoprotocol en vallen evenmin onder de doelstellingen van de Europese NEM-richtlijn (Nationale Emissiemaxima, richtlijn 2001/81/EG). Zowel op nationaal als op internationaal niveau wordt de integratie van die sectoren in het klimaatbeleid steeds meer overwogen en zijn er projecten lopende om de invloed van het opnemen van die internationale modi in het toekomstige milieubeleid te analyseren. De Europese Unie overweegt om de sectoren in het Europese systeem van emissiehandel te integreren en een belangrijk deel van de internationale onderhandelingen betreffende het post-Kyotobeleid (na 2012) zullen gewijd zijn aan het in rekening brengen van de emissies van de internationale lucht- en scheepvaart.

In dit hoofdstuk wordt dieper ingegaan op de huidige en toekomstige omvang van de modi lucht- en zeevaart en de daaraan gerelateerde emissies. Verder wordt er een stand van zaken gegeven omtrent de emissiereglementering van deze twee modi. Ook worden de milieuprestaties van de lucht- en zeevaart vergeleken voor goederen-transport over korte en lange afstand en wordt er geanalyseerd in welke mate meer milieuvriendelijke modi gebruikt worden voor het transport van goederen vanuit de havens naar het hinterland.

4.1 Luchtvaart en emissies

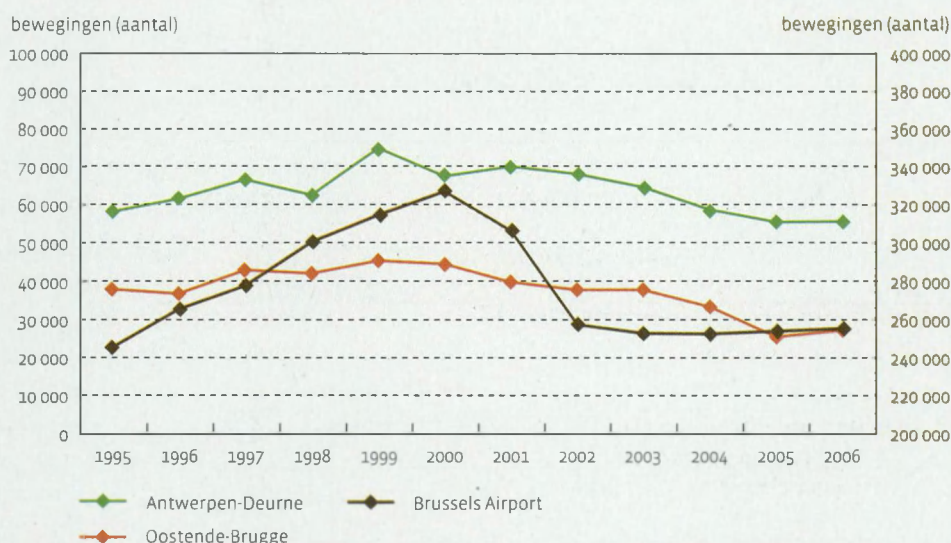
Om na te gaan hoe groot de emissies van de luchtvaart boven Vlaanderen zijn, wordt een onderscheid gemaakt tussen de vluchten die landen of opstijgen in Vlaanderen en de vluchten die enkel door het luchtruim vliegen zonder er te landen of op te stijgen, de zogenaamde overvluchten. De emissies die plaatsgrijpen bij het landen en opstijgen van de toestellen worden nu al gerapporteerd en meegerekend in de evaluatie van de NEM-doelstellingen. De emissies van de overvliegende toestellen daarentegen worden momenteel niet inbegrepen in die regelgeving. Prognoses van de activiteiten op Brussels Airport, de belangrijkste luchthaven op Vlaams grondgebied, en prognoses van de overvluchten geven weer in welke richting de emissies van de luchtvaart zullen evolueren.

Emissies van vliegtuigen die landen of opstijgen op Vlaams grondgebied

Figuur 4.1 toont het aantal bewegingen op Brussels Airport en op de Vlaamse regionale luchthavens Oostende-Brugge en Antwerpen-Deurne. Zowel het aantal IFR-vluchten (Instrument Flight Rules) als het aantal VFR-vluchten (Visual Flight Rules) zijn inbegrepen. IFR bestaat uit een set van regels en procedures waarbij voor het vermijden van obstakels vooral op de vliegtuiginstrumenten wordt gesteund, terwijl bij VFR de piloot voornamelijk zelf verantwoordelijk is voor het vermijden van obstakels tijdens de vlucht. Uit de figuur blijkt dat het aantal bewegingen zowel voor Brussels Airport als voor de luchthavens Oostende-Brugge en Antwerpen-Deurne een piek kende in de periode 1999-2000. Daarna volgde een terugval door de terroristische aanslagen van 11 september 2001 in de Verenigde Staten, het faillissement van Sabena, de onzekerheid omtrent de verhuis van DHL naar Leipzig, het dossier over de nachtvluchten, de SARS-epidemie en de groeiende concurrentie van naburige luchthavens. Vanaf 2005 zette zich een langzaam herstel door voor Brussels Airport. In 2006 stopte de neergaande trend ook voor Oostende-Brugge en Antwerpen-Deurne.

Voor de berekening van de emissies worden enkel de IFR-vluchten in rekening gebracht. Voor de VFR-vluchten zijn de beschikbare gegevens niet gedetailleerd genoeg om de emissies volledig en nauwkeurig in te schatten. In 2006 maakten de VFR-vluchten voor de drie luchthavens samen ongeveer een vierde uit van het totaal. VFR-vluchten zijn meestal korter dan IFR-vluchten en gebeuren vooral met lichte toestellen. Hun impact op emissies is dan ook eerder beperkt. Ter illustratie: een Cessna 170, een typisch VFR-toestel, verbruikt voor een vlucht van 500 mijl ongeveer 80 kg brandstof. Voor eenzelfde vlucht verbruikt een Airbus A320 ongeveer 3 660 kg brandstof, een Boeing 747 verbruikt ongeveer 14 310 kg brandstof.

Figuur 4.1: Aantal bewegingen (VFR + IFR) op Brussels Airport (rechter legende) en op de luchthavens Oostende-Brugge en Antwerpen-Deurne (linker legende) (1995-2006)



Bron: VUB (MOSI-T) op basis van de jaarverslagen en statistische rapporten van de Vlaamse luchthavens

Figuur 4.2 toont de evolutie van de emissies van de IFR-vluchten die vertrekken van of aankomen op een luchthaven gelegen in Vlaanderen. Ze omvatten zowel de emissies te wijten aan het landen en opstijgen (LTO-cyclus), als de emissies ten gevolge van de afstand die door deze toestellen in het Belgische luchtruim afgelegd wordt.

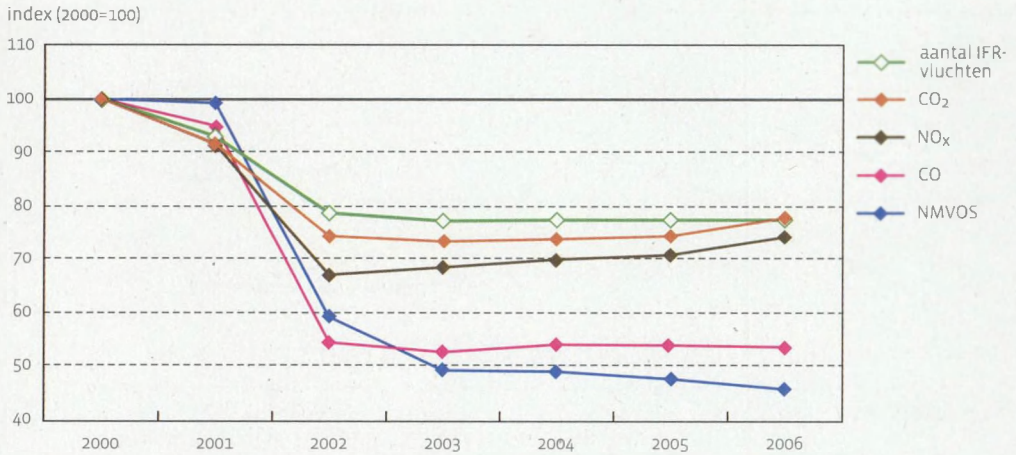
De emissies werden berekend op basis van de vluchtdatabank van Belgocontrol.

Er treedt een daling van de emissies op in de periode 2001-2002 door de terugval van de sector in 2001. Nadien treedt een zekere stabilisatie op. Het verschillende verloop van de NO_x - en CO_2 -emissies (licht stijgende trend) ten opzichte van de NMVOS- en CO-emissies (licht dalende trend) is onder andere het gevolg van het gebruik van toestellen met een betere verbranding van de brandstof (minder NMVOS en CO).

In 2006 bedroegen de emissies voor de beschouwde vluchten 635 kton CO_2 , 2 296 ton NO_x , 561 ton NMVOS (niet-methaan vluchtige organische stoffen) en 1 853 ton CO.

Het aantal inbegrepen IFR-vluchten daalde van 314 260 in 2000 tot 243 323 in 2006.

Figuur 4.2: Emissies van CO₂, NO_x, CO en NMVOS (gedurende de LTO-cyclus en het gedeelte van de vlucht in het Belgische luchtruim) ten gevolge van IFR-toestellen die landen en/of opstijgen op een luchthaven gelegen in Vlaanderen (2000-2006)



Bron: VUB (ETEC) op basis van EMEP/Corinair-methodologie (2003) en de vluchtdatabank van Belgocontrol

Emissies van overvluchten boven Vlaanderen

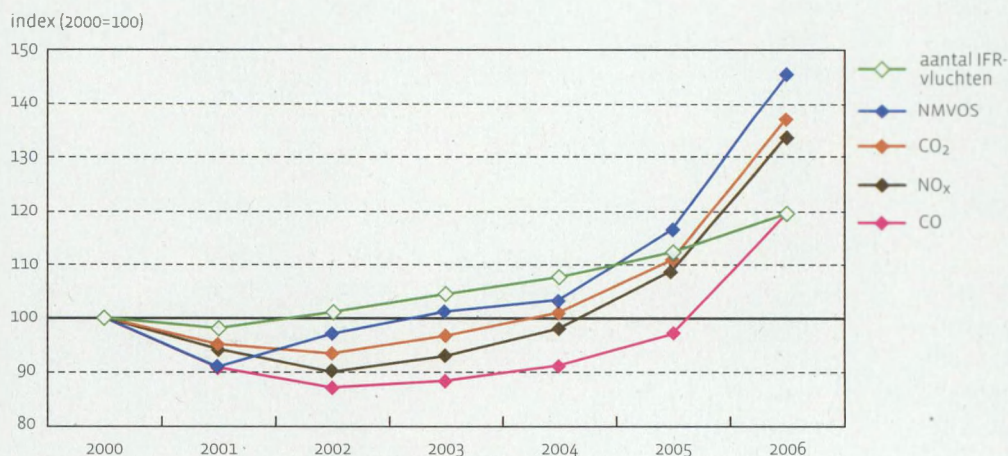
De milieudruk van de luchtvaart wordt niet enkel bepaald door de toestellen die landen of opstijgen op de luchthavens die in Vlaanderen gelegen zijn, ook het overvliegende luchtverkeer draagt eraan bij. In tegenstelling tot andere transportmodi beïnvloedt de luchtvaart het klimaat niet enkel door de rechtstreekse emissie van broeikasgassen. Vliegtuigen leiden immers ook tot de vorming van condensatiesporen en cirruswolken. De NO_x-emissies op grote hoogte zorgen bovendien voor een reactie met methaan, zodat er eveneens een koelend effect optreedt. Wat de situatie nog complexer maakt is dat het klimaatgebonden effect van wolkenvorming lokaal en op korte termijn gebeurt (met verschillende klimaat-effecten naargelang de spoorvorming 's nachts of overdag plaatsgrijpt), terwijl het effect van broeikasgassen zoals CO₂ globaal is en over langere periodes werkt. Ter vereenvoudiging wordt er vaak gesteld dat de totale klimaatgebonden impact van een vliegtuig overeenstemt met twee tot vier maal de impact van de CO₂ die uitgestoten wordt (RCEP, 2002; Sausen et al., 2005; Stuber et al., 2006).

Wereldwijd is de luchtvaartsector wat teruggevallen na de aanslagen van 11 september 2001. Die daling in activiteit wordt ook weerspiegeld in het aantal overvliegende toestellen en in de daarmee gepaard gaande emissies. Er is echter een groot verschil met de luchtvaartactiviteit van en naar Vlaanderen. Vanaf 2003 heeft de groei van de overvluchten zich namelijk vrij snel voortgezet. Dat resulteerde in 696 496 IFR-vluchten boven België in 2006, een stijging met bijna 20 % ten opzichte van het jaar 2000. De ermee gepaard gaande emissies werden berekend volgens de afstand die de toestellen afleggen in het Belgische luchtruim, waarna 50 % daarvan werd toegekend aan Vlaanderen. Figuur 4.3 maakt duidelijk dat ook de emissies

gestegen zijn tot waarden die zich tussen 20 % en 45 % hoger bevinden dan in het jaar 2000. In 2006 bedroegen de emissies toegekend aan Vlaanderen voor de beschouwde vluchten 746 kton CO₂, 2 875 ton NO_x, 79 ton NMVOS en 210 ton CO. Voor CO₂ blijkt dat de emissies van het overvliegende verkeer van dezelfde grootteorde zijn als de emissies van de lokaal opstijgende en landende toestellen die beschreven werden in het vorige deel. Ook de NO_x-emissies van overvliegende toestellen zijn van dezelfde grootteorde of zelfs iets groter. De NMVOS-emissies daarentegen zijn voor de overvluchten zeven maal kleiner, de CO-emissies zelfs negen maal.

Tijdens de LTO-cyclus wordt er relatief gezien veel meer CO en NMVOS uitgestoten dan tijdens het overige gedeelte (cruise) van de vlucht. Dat is een gevolg van het hogere vermogen dat van de motoren vereist wordt gedurende de LTO-cyclus. Het brandstofverbruik (en dus ook de CO₂-uitstoot) wordt ook beïnvloed door de vermogensinstellingen, maar relatief gezien minder. Voorts hebben de verschillende groeipercentages van de verschillende polluenten te maken met de evolutie in het type toestellen dat gebruikt wordt voor de overvluchten. Er is ook een trend naar het gebruik van steeds grotere toestellen. Dat verklaart onder meer waarom de groei van de emissies de laatste paar jaar groter is dan de groei van het aantal vluchten.

Figuur 4.3: Emissies van CO₂, NO_x, CO en NMVOS ten gevolge van IFR-overvluchten boven Vlaanderen (2000-2006)



Bron: VUB (ETEC) op basis van EMEP/Corinair-methodologie (2003) en de vluchtdatabank van Belgocontrol

Overzicht van de te verwachten emissies van de lokale activiteiten

Tabel 4.1 geeft voor Brussels Airport een overzicht van de verwachte emissies van vier polluenten (CO₂, NO_x, CO en NMVOS) voor de periode 2010 tot en met 2025, gebaseerd op de verschillende groeiscenario's opgesteld door Eurocontrol (2006). Omdat het grootste aandeel van de vluchten op Oostende-Brugge en Antwerpen-Deurne VFR-vluchten zijn met slechts een beperkte impact en omdat er van op Brussels Airport bijna uitsluitend IFR-vluchten zijn, werd de analyse toegespitst op Brussels Airport.

De vermelde data voor de jaren 2000 en 2006 zijn de historisch berekende emissies voor IFR-vluchten en betreffen bijgevolg geen voorspellingen. De toekomstige emissies werden berekend uitgaande van langetermijngroeiscenario's die toegepast werden op de IFR-vluchten (Eurocontrol, 2006). Bij de berekeningen werd een efficiëntieverbetering van 1 % per jaar verondersteld voor de emissies van de luchtvaartsector.

Tabel 4.1: Aantal IFR-vluchten op Brussels Airport en gerelateerde emissies gedurende de LTO-cyclus en het gedeelte van de vlucht in het Belgische luchtruim (2000-2025)

scenario A (AAGR: 3,2 %)						
	2000	2006	2010	2015	2020	2025
IFR-vluchten	301 237	234 634	266 140	311 536	364 676	426 879
CO ₂ (kton)	789	606	661	737	822	916
NO _x (ton)	2 976	2 153	2 349	2 619	2 920	3 255
CO (ton)	3 393	1 768	1 929	2 151	2 398	2 673
NMVOs (ton)	1 202	527	575	641	715	797

scenario B & C (AAGR: 2,8 %)						
	2000	2006	2010	2015	2020	2025
IFR-vluchten	301 237	234 634	262 037	300 835	345 378	396 515
CO ₂ (kton)	789	606	651	711	778	850
NO _x (ton)	2 976	2 153	2 312	2 528	2 764	3 022
CO (ton)	3 393	1 768	1 899	2 076	2 270	2 481
NMVOs (ton)	1 202	527	566	619	677	740

scenario D (AAGR: 2,3 %)						
	2000	2006	2010	2015	2020	2025
IFR-vluchten	301 237	234 634	256 977	287 920	322 589	361 433
CO ₂ (kton)	789	606	638	681	726	774
NO _x (ton)	2 976	2 153	2 267	2 418	2 580	2 752
CO (ton)	3 393	1 768	1 862	1 986	2 118	2 260
NMVOs (ton)	1 202	527	555	592	631	674

De data voor 2000 en 2006 zijn historische emissies, de data voor 2010-2025 zijn berekend uitgaande van de verschillende groeiscenario's.

AAGR: gemiddelde jaarlijkse groei

Bron: VUB (MOSI-T & ETEC) op basis van de langetermijngroeiscenario's van Eurocontrol (2006)

In het hogegroeiscenario (scenario A, gemiddelde jaarlijkse groei van 3,2 %) wordt vastgesteld dat de emissies in 2025 voor Brussels Airport anderhalf keer hoger zullen liggen dan in 2006. Als men de vergelijking maakt ten opzichte van het jaar 2000, het jaar met de grootste activiteit tot nu toe, dan blijkt dat de CO₂- en NO_x-emissies licht toenemen en de CO- en vooral de NMVOs-emissies afnemen. In het 'business as usual' scenario (scenario B) en het scenario met sterke economische groei en eveneens een sterke milieureglementering (scenario C), die beide neerkomen op een gemiddelde

jaarlijkse groei van 2,8 %, stijgen de emissies in 2025 met 40 % ten opzichte van 2006. In vergelijking met 2000 liggen alle emissies voor Brussels Airport tot 2020 onder het niveau van 2000. In 2025 overtreffen de emissies aan CO₂ en NO_x het niveau van 2000 terwijl CO en NMVOS zelfs in 2025 onder de waarden van 2000 blijven. In het scenario met lage economische groei (scenario D, gemiddelde jaarlijkse groei van 2,3 %) wordt vastgesteld dat de emissies in 2025 28 % hoger liggen dan in 2006. Ze blijven wel onder de waarden van 2000. Voor de overige twee luchthavens op Vlaams grondgebied worden gelijkaardige evoluties voorspeld, echter op een veel lager emissieniveau omwille van het beperkte aandeel IFR-vluchten op die luchthavens.

Eind jaren 90 werd algemeen aangenomen dat de activiteit van de luchtvaartsector wereldwijd zou verdubbelen in de periode 1990-2013, met een significante stijging van de daarmee gepaard gaande emissies tot gevolg (IPCC, 1999). Voor de in Vlaanderen gelegen luchthavens zal die evolutie waarschijnlijk niet opgaan. Dat is te verklaren door de historische achteruitgang op de Vlaamse regionale luchthavens sinds de eeuwwisseling en de bijzondere situatie waarin Brussels Airport zich bevindt omwille van het faillissement van Sabena.

Overzicht van de te verwachten emissies van overvluchten

Tabel 4.2 toont een overzicht van de te verwachten emissies van de overvluchten door het Belgische luchtruim. Het overzicht is gebaseerd op drie scenario's opgesteld door Eurocontrol (2007a en b) voor de periode 2007 tot en met 2013.

Gezien Eurocontrol voor wat betreft overvluchten enkel een voorspelling hanteert op middellange termijn was het niet mogelijk de tijdreeks uit te breiden tot 2025.

De gemiddelde jaarlijkse groei varieert tussen 4,1 % in het hogegroeiscenario (A) en 2,6 % in het lagegroeiscenario (C); het tussenliggende scenario B is een '*business as usual*' scenario (BAU-scenario) met een verwachte groei van 3,4 %. Die groeiritmes blijken aanzienlijk hoger te zijn dan de langetermijngroeiritmes van Eurocontrol (2006). Bij de berekening van de emissies van de overvluchten werd eveneens rekening gehouden met een efficiëntieverbetering van 1 % per jaar voor de emissies.

Het hogegroeiscenario leidt voor de overvluchten tot een stijging van de emissies met 24 % in 2013 ten opzichte van 2006. Ter vergelijking: voor de emissies ten gevolge van toestellen die op Brussels Airport landen en opstijgen, wordt die stijging pas bereikt na 2015. Het BAU-scenario levert voor de overvluchten een stijging met 18 % op, het lagegroeiscenario geeft een stijging met 12 %. Ten opzichte van 2000 liggen de CO₂-emissies voor de verschillende scenario's 53 tot 70 % hoger. Voor NO_x liggen de waarden 50 tot 66 % hoger dan in 2000, voor CO is dat 34 tot 48 % hoger en voor NMVOS 63 tot 80 % hoger.

Tabel 4.2: Aantal overvluchten (IFR) door het Belgische luchtruim en gerelateerde emissies (2000-2013)

scenario A (AAGR: 4,1 %)				
	2000	2006	2010	2013
IFR-vluchten	582 334	696 496	817 940	922 728
CO ₂ (kton)	1 090	1 493	1 686	1 848
NO _x (ton)	4 298	5 750	6 497	7 120
CO (ton)	352	421	476	521
NMVOS (ton)	109	159	180	197

scenario B (AAGR: 3,4 %)				
	2000	2006	2010	2013
IFR-vluchten	582 334	696 496	796 161	880 162
CO ₂ (kton)	1 090	1 493	1 641	1 762
NO _x (ton)	4 298	5 750	6 322	6 788
CO (ton)	352	421	463	497
NMVOS (ton)	109	159	175	188

scenario C (AAGR: 2,6 %)				
	2000	2006	2010	2013
IFR-vluchten	582 334	696 496	771 806	833 586
CO ₂ (kton)	1 090	1 493	1 591	1 668
NO _x (ton)	4 298	5 750	6 127	6 426
CO (ton)	352	421	449	470
NMVOS (ton)	109	159	169	178

De data voor 2000 en 2006 zijn historische emissies, de data voor 2010 en 2013 zijn berekend uitgaande van de verschillende groeiscenario's.

AAGR: gemiddelde jaarlijkse groei

Bron: VUB (MOSI-T & ETEC) op basis van de middellangetermijngroeiscenario's van Eurocontrol (2007a en b)

4.2 Zeevaart en emissies

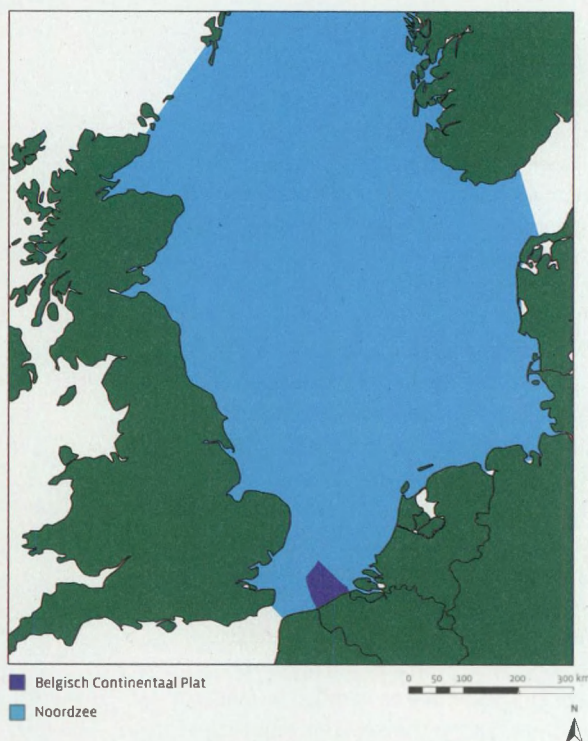
De zeevaart is een sector in volle expansie. Door de aanwezigheid van een aantal internationale zeehavens is de maritieme sector voor Vlaanderen belangrijk voor werkgelegenheid en welvaart. De toenemende trafiek veroorzaakt echter ook een toenemende druk op het milieu. De zeevaart stoot aanzienlijke hoeveelheden polluenten uit en hun aandeel in de totale emissie van de sector transport stijgt (zie ook 4.3 Belang van emissieregelgeving voor internationale modi). Dat is niet enkel te wijten aan de stijgende activiteit. Ook het feit dat de andere transportmodi reeds langer onderworpen zijn aan regelgeving speelt een rol. Een meer doorgedreven beleid is dan ook noodzakelijk om de emissies van de zeevaart te beperken.

Om een idee te krijgen hoe groot de emissies zijn van de zeevaart van en naar Vlaamse havens worden twee delen afgebakend volgens de definitie in de rapporteringverplichtingen van EMEP (Co-operative Programme for Monitoring and

Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe). Het eerste deel zijn de binnenlandse zeevaartemissies. Dat zijn emissies van scheepvaart tussen Vlaamse Noordzeehavens. Die emissies worden verplicht gerapporteerd door de Vlaamse emissie-inventaris en worden als 'Vlaamse' emissies beschouwd. Het tweede deel zijn de internationale zeevaartemissies. Dat zijn de emissies van scheepvaart tussen een Vlaamse en een niet-Vlaamse haven. Die emissies worden wel gerapporteerd maar ze worden officieel niet aan een bepaald land (of landsdeel) toegekend. Om een uitspraak te kunnen doen over de grootteorde van die emissies werd hier Vlaanderen samen met het Belgisch Continentaal Plat als gebied beschouwd waarvoor de emissies berekend werden. Ten slotte gaan we dieper in op havenemissies.

Vooraleer dit meer in detail toe te lichten, bekijken we eerst wat globaal geëmitteerd wordt op de Noordzee en het aandeel daarin op Belgisch grondgebied. Figuur 4.4 toont de afbakening van de oppervlakte van beide gebieden. In tabel 4.3 worden enerzijds de emissies van de schepen *op zee* vergeleken (BCP t.o.v. volledige Noordzee) en anderzijds de emissies van de schepen *in de havens* (Belgische havens t.o.v. alle Noordzeehavens). De emissies in de havens bestaan uit de emissies aan de sluis, bij manoeuvreren en aan de kade.

Figuur 4.4: Vergelijking van de oppervlakte van het Belgisch Continentaal Plat (in donkerblauw) met de totale oppervlakte van de Noordzee (in lichtblauw)



Afhankelijk van de pollutent bedraagt het Belgische aandeel op de Noordzee tussen 2,2 en 3,7 %. De Belgische territoriale wateren nemen dan ook maar een beperkt deel in van de oppervlakte van de Noordzee (ongeveer 0,6 %). Opvallend is dat bij havenemissies het Belgische aandeel een stuk groter is dan bij emissies op zee (tussen 8,0 en 14,9 %). Dat is te verklaren door de aanwezigheid van vier Noordzeehavens op een relatief klein gebied.

Tabel 4.3: Vergelijking van de emissies van schepen op zee (BCP t.o.v. volledige Noordzee) en vergelijking van de emissies van schepen in de havens (Belgische t.o.v. alle Noordzeehavens)

2005	CO ₂ (kton)	NO _x (ton)	NMVOs (ton)	SO ₂ (ton)	PM ₁₀ (ton)
BCP	406	9 949	412	5 517	726
Noordzee	14 843	341 143	11 287	247 882	28 730
aandeel	2,7 %	2,9 %	3,7 %	2,2 %	2,5 %
Belgische havens	683	13 537	629	8 249	770
Noordzeehavens	5 432	90 857	5 351	91 677	9 649
aandeel	12,6 %	14,9 %	11,8 %	9,0 %	8,0 %

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007) en TREMOVE

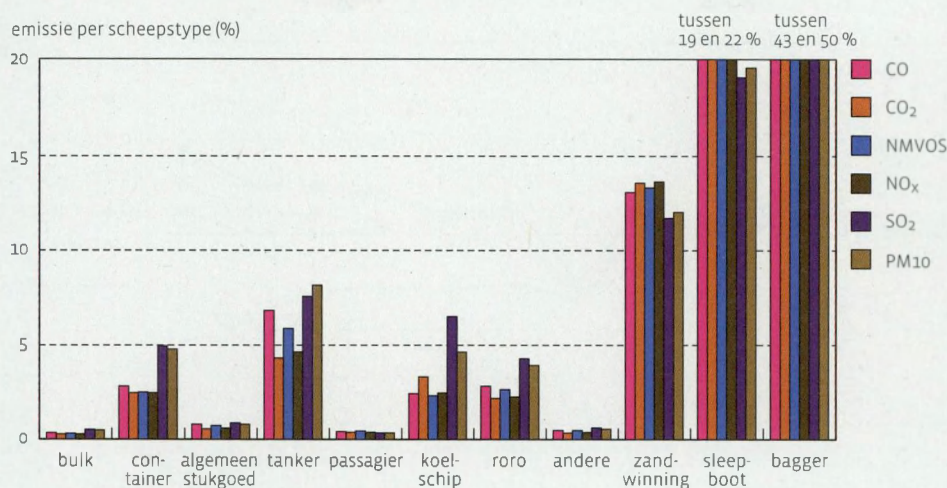
Binnenlandse zeevaartemissies

Binnenlandse zeevaartemissies zijn de emissies van scheepvaart tussen Vlaamse Noordzeehavens. Die trafiek omvat alle schepen die reizen tussen Vlaamse havens. Dat is maar een klein aandeel van de totale scheepvaart, gezien de verhandelde goederen in de grote internationale Vlaamse havens afkomstig zijn uit de hele wereld. De definitie houdt echter in dat ook zandwinning op zee, baggeractiviteit en sleepboten onder deze categorie vallen. Bij de berekening werd geen rekening gehouden met pleziervaart, omdat niet voldoende data voorhanden zijn om de emissies van de pleziervaart nauwkeurig in te schatten.

Uit figuur 4.5 wordt duidelijk dat, door de definiëring van binnenlandse zeevaart volgens EMEP, het grootste aandeel van de binnenlandse zeevaartemissies niet afkomstig is van koopvaardij schepen maar van bagger- en sleepactiviteiten (tussen 74 % en 86 %). In 2005 bedroegen de totale binnenlandse zeevaartemissies 151 kton voor CO₂, 3 046 ton voor NO_x en 1 117 ton voor SO₂.

Van de koopvaardij schepen zijn het vooral de tankers en containerschepen die het grootste deel van de binnenlandse zeevaartemissies produceren, alsook de koelschepen. Antwerpen is een belangrijke bunkerhaven voor de internationale scheepvaart. Tankers die vanuit Antwerpen vertrekken, staan in voor de brandstofbevoorrading van zeeschepen in de andere havens. Het transport van containers gebeurt vooral tussen de havens van Zeebrugge en Antwerpen en vandaar verder naar de kleinere havens van Gent en Oostende. Deze laatste transporten gebeuren veeleer door kleinere schepen. Ook het aandeel transport met koelschepen is relatief hoog.

Figuur 4.5: Aandeel van de verschillende scheepstypes in de binnenlandse zeevaartemissies (Vlaanderen en BCP, 2005)

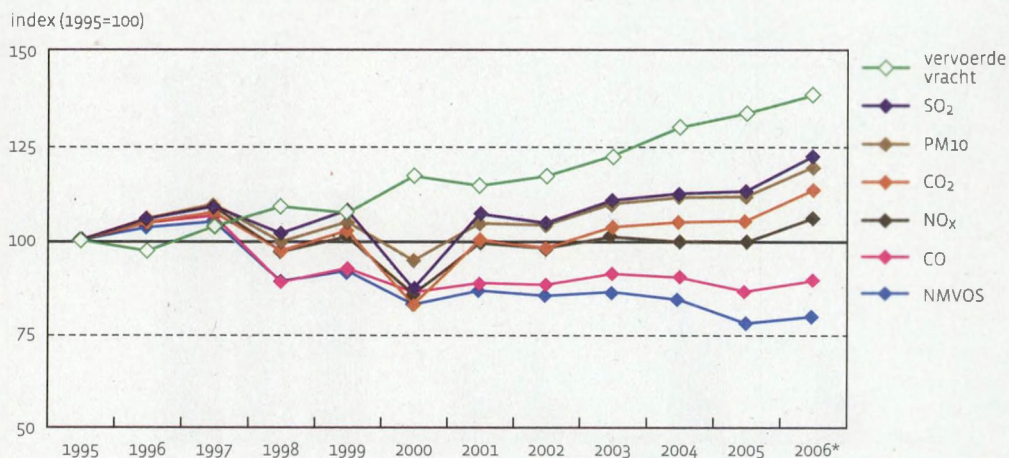


De categorie 'andere' bevat vooral militaire schepen en speciale werkschepen voor uitzonderlijke vrachten.

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007)

Figuur 4.6 illustreert hoe de zeevaartemissies het laatste decennium geëvolueerd zijn ten opzichte van de vervoerde vracht (som van de ladingen en lossingen in de havens). In de figuur zijn enkel de binnenlandse zeevaartemissies van de koopvaardij-schepen weergegeven. Emissies van bagger- en sleepboten zijn niet opgenomen. Van de baggeractiviteit, die sterk jaarafhankelijk is, ontbreekt namelijk een uitgebreide jaarlijkse inventarisatie. In 2006 was de hoeveelheid vervoerde vracht 38 % hoger dan in 1995. De emissies van SO₂, PM₁₀, CO₂ en NO_x stegen in die periode minder snel dan de vervoerde vracht, de emissies van NMVOS en CO daalden. In 2006 bedroeg de emissie van CO₂ 22 kton, van NO_x 440 ton, van SO₂ 311 ton, van PM₁₀ 30 ton, van NMVOS 20 ton en van CO 112 ton. Voor de daling van de emissies in 2000 terwijl de trafiek fors toenam, is geen onmiddellijke verklaring te vinden. Door het beperkte volume van koopvaardij tussen Vlaamse zeehavens, zijn fluctuaties tussen individuele jaren mogelijk.

Figuur 4.6: Binnenlandse zeevaartemissies en vervoerde vracht van koopvaardij schepen (Vlaanderen en BCP, 1995-2006)



* voorlopige cijfers

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007) en Merckx & Neyts (2007)

Er wordt verwacht dat de scheepvaart in de toekomst een verdere groei zal kennen. Gebaseerd op trafiekprognoses verkregen uit de MOPSEA-studie (Gommers et al., 2006) en de strategische havenplannen werden de toekomstige zeevaartemissies geschat. De prognose is van toepassing op zowel binnenlandse als internationale zeevaart en wordt in detail besproken in het volgende deel Internationale zeevaartemissies.

Internationale zeevaartemissies

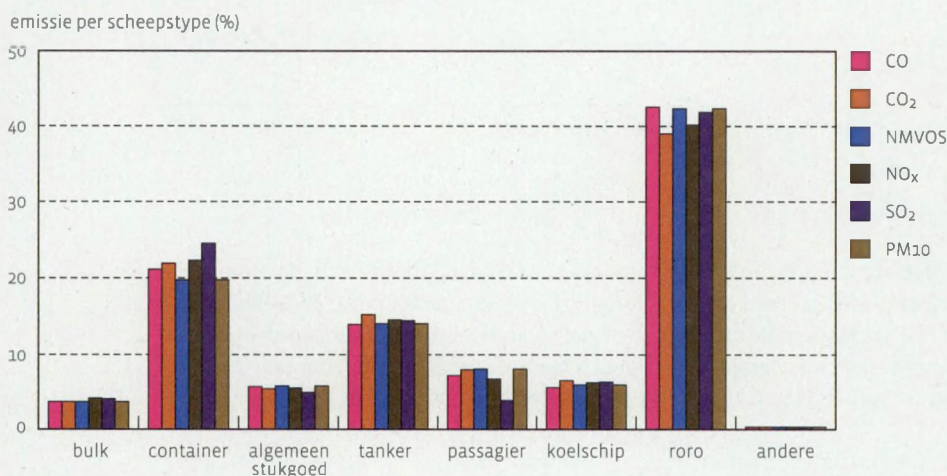
In tegenstelling tot het vorige deel, waar de binnenlandse zeevaartemissies beschouwd werden, bekijken we hier de internationale zeevaartemissies. Dat zijn de emissies van scheepvaart tussen een Vlaamse en een niet-Vlaamse haven, uitgestoten op Vlaams grondgebied of op het BCP. De emissies van de schepen die varen via de internationale vaarroute op het Kanaal, die nog net binnen het BCP valt, werden mede door databeperkingen niet meegenomen in de berekening.

De internationale scheepvaart is divers en is in alle goederentypes vertegenwoordigd. De twee belangrijkste goederentypes voor de Vlaamse havens zijn containers en roll-on-roll-offgoederen (roro-goederen). Antwerpen heeft een traditie als containerhaven en moet voor de containertrafiek in Europa enkel Rotterdam en Hamburg laten voorgaan. Met de uitbouw van het Deurganckdok en de snelle uitbreiding van de haven van Zeebrugge gedurende het laatste decennium bestendigt Vlaanderen zijn positie op vlak van containertrafiek. Ook de roro-goederen zijn belangrijk voor de Vlaamse havens. Zo bestaat het grootste deel van de havenactiviteit in Oostende uit ferrydiensten. Ook Zeebrugge is belangrijk voor de trafiek van roro-goederen, voornamelijk vrachtferrydiensten en nieuwe auto's. Voor de haven van Antwerpen zijn deze laatste de belangrijkste roro-

goederen. Naast voor containers en roro-goederen is Antwerpen ook belangrijk voor vloeibare bulk en algemeen stukgoed. De haven van Gent richt zich eerder op vaste bulk terwijl de haven van Zeebrugge, naast een belangrijke containerhaven, ook bekend is voor de gastankers.

Die tendensen vind je terug in de emissies van de internationale scheepvaart (figuur 4.7). De scheepstypes roro en container vertegenwoordigen samen het grootste deel van de internationale zeevaartemissies, maar ook de tankers hebben een behoorlijk aandeel.

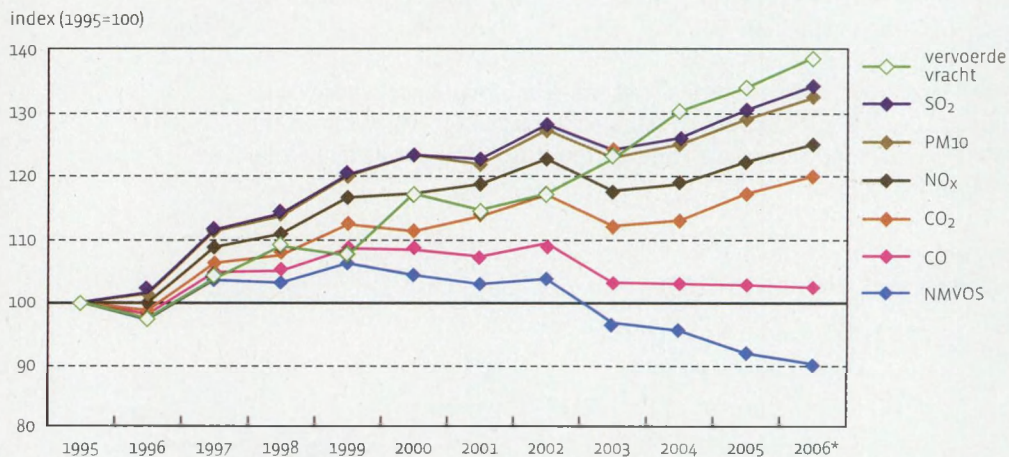
Figuur 4.7: Aandeel van de verschillende scheepstypes in de internationale zeevaartemissies (Vlaanderen en BCP, 2005)



Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007)

Figuur 4.8 toont hoe de internationale zeevaartemissies zijn geëvolueerd van 1995 tot 2006. Voor de stoffen CO en NMVOS is er een stagnatie of daling van de emissies, terwijl de hoeveelheid vervoerde vracht toeneemt met 38 %. Die trend wordt ook bij de binnenlandse zeevaart waargenomen. Voor de pollutanten SO₂ en PM₁₀ is er een toename aan emissies, de stijging voor NO_x en CO₂ is minder groot. In de jaren 90 is de toename zelfs sterker dan de toename van de hoeveelheid vracht. De oorzaak daarvan is de stijgende scheepsgrootte. Grotere, nieuwe schepen hebben motoren die meer brandstofefficiënt zijn, wat de daling van specifieke CO-, CO₂- en NMVOS-emissies verklaart. Ze zijn echter ook vaker uitgerust voor het gebruik van zware stookolie als brandstof. Deze zware stookolie is een restproduct van het raffinageproces van aardolie. Zware stookolie of heavy fuel oil (HFO) heeft een zwavelgehalte van ongeveer 2,7 %, terwijl dat bij mariene dieselolie (MDO) ongeveer 1 % is. Dat verklaart de grotere stijging van de SO₂- en PM₁₀-emissies. Ook de specifieke NO_x-emissie van die grote motoren is hoger dan die bij kleine schepen, gezien vaak traaglopende tweetaktmotoren gebruikt worden. In 2006 bedroegen de internationale zeevaartemissies 958 kton CO₂, 20 883 ton NO_x, 13 000 ton SO₂, 1 414 ton PM₁₀, 5 133 ton CO en 901 ton NMVOS.

Figuur 4.8: Internationale zeevaartemissies en vervoerde vracht (Vlaanderen en BCP, 1995-2006)



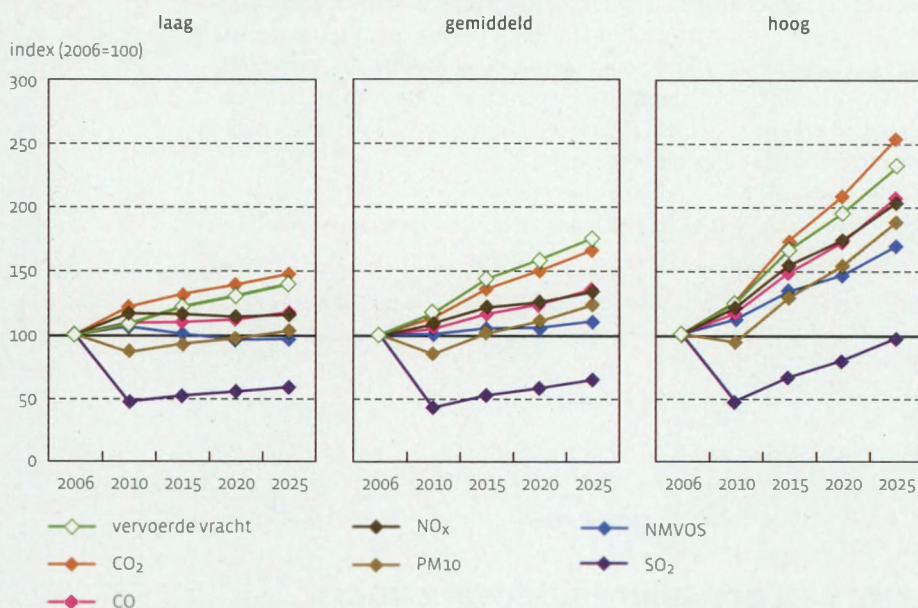
* voorlopige cijfers

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007) en Merckx & Neyts (2007)

Er wordt verwacht dat de internationale scheepvaart in de toekomst een verdere groei zal kennen. Gebaseerd op trafiekprognoses verkregen uit de MOPSEA-studie (Gommers et al., 2006) en de strategische havenplannen werden de toekomstige internationale zeevaartemissies geschat (figuur 4.9). Drie scenario's zijn voorzien met name een scenario met een lage, een gemiddelde en een hoge groei.

Omdat de prognoses voor verschillende goederentypes sterk kunnen variëren, zijn er sterke verschillen tussen de scenario's. Zo zijn in het lage- en hogegroei scenario vooral de goederentypes container en ro-ro aanwezig. Die goederen zijn, in vergelijking met bijvoorbeeld bulkgoederen, meer energie-intensief qua transport. Dat heeft tot gevolg dat de emissies sterker stijgen. In het gemiddelde groei scenario is het aandeel bulkgoederen wat groter. Dat leidt tot betere milieuprestaties (emissies t.o.v. vervoerde vracht). Figuur 4.9 toont aan dat een verbetering van de specifieke emissieprestatie zich doorzet in elk van de 3 scenario's. Er is een minder sterke stijging van de emissies in vergelijking met de activiteit. Voor CO₂ geldt dat enkel voor het gemiddelde groei scenario. Er zijn wel duidelijke verschillen tussen de polluenten. De emissies van SO₂ en in mindere mate van PM₁₀, kennen een sterke daling in 2010. Dat is het gevolg van wetgeving die het zwavelgehalte van de brandstof reguleert (zie ook 4.3 Belang van emissieregelgeving voor internationale modi). De emissies van de andere polluenten blijven continu stijgen tot 2025. In het hogegroei scenario zullen in 2025 de CO₂-emissies van de scheepvaart 2,5 maal zo groot zijn dan in 2006. Voor CO₂ betekent dat een emissie van 2 475 kton. Voor NMVOS, NO_x en PM₁₀ worden emissies voorspeld die 1,7 tot 2 keer groter zijn dan de huidige waarde. Dat komt neer op 1 550 ton voor NMVOS, 43 197 ton voor NO_x en 2 703 ton voor PM₁₀.

Figuur 4.9: Internationale zeevaartemissies en vervoerde vracht in een lage-, gemiddelde- en hogegroeienscenario (Vlaanderen en BCP, 2006-2025)



Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007) en MOPSEA

Simulaties van toekomstige zeevaartemissies wijzen uit dat de schaalvergroting in de internationale scheepvaart geen verbetering noch een verslechtering van de specifieke emissies zal veroorzaken. De grotere ladingen van grotere schepen hebben tot gevolg dat meer vermogen nodig is waardoor ze meer vervuilende stoffen uitstoten dan kleinere schepen. Aangezien er grotere schepen ingezet worden, moeten in totaal minder schepen aanmeren voor het behalen van dezelfde vervoersprestaties. Deze twee effecten compenseren elkaar in grote mate wat betreft emissies.

Emissies door zeevaart in Vlaamse zeehavens

In dit deel belichten we de emissies vanuit een andere invalshoek dan in wat voorafging, waar we een indeling maakten in binnenlandse en internationale emissies. Hier bekijken we de uitstoot *in* de havens van *alle* zeeschepen die Vlaanderen aandoen. Uit tabel 4.4 blijkt dat meer dan de helft van de zeevaartemissies in Vlaanderen (inclusief BCP) geproduceerd worden in de havens. Dit hoge aandeel wordt mede bepaald door de verblijftijd van de schepen in de havens en de aanwezigheid van vier Noordzeehavens op een relatief klein gebied. Voor CO₂ gaat het voor alle havens samen om 683 kton, voor NO_x om 13 536 ton, voor SO₂ om 8 248 ton en voor PM₁₀ om 770 ton. De verhouding van de emissies tussen de havens onderling volgt min of meer de trafiek. Oostende heeft een relatief groot aandeel emissies in vergelijking met de trafiek. Dat komt omdat er bijna uitsluitend roro-schepen aanmeren, die veel brandstof verbruiken aan de kade.

De emissies in de havens kunnen opgedeeld worden volgens enkele specifieke activiteiten: manoeuvreren, liggen in de sluis en liggen aan de kade. De emissies aan de kade maken het grootste deel uit van de havenemissies. Ze bedragen tussen 45 % en 75 %, afhankelijk van de stof. De emissies in de sluis zijn verwaarloosbaar. Het potentieel van het gebruik van walstroom, waarbij aangemeerde schepen hun energievoorziening halen uit het elektriciteitsnetwerk in plaats van uit de eigen motoren, is aanwezig. Meer toelichting daarover wordt gegeven in deel 4.3 Belang van emissieregelgeving voor internationale modi.

Tabel 4.4: Totale zeevaartemissies in de havens en op zee (Vlaanderen en BCP, 2005)

	CO ₂ (kton)	NO _x (ton)	NMVOS (ton)	SO ₂ (ton)	PM ₁₀ (ton)	CO (ton)
Antwerpen	363	7 338	331	4 507	437	1 793
Gent	46	885	41	567	52	219
Oostende	59	1 168	56	579	53	275
Zeebrugge	215	4 145	201	2 595	228	1 011
zee	406	9 949	412	5 517	726	2 497

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007)

4.3 Belang van emissieregelgeving voor internationale modi

Aandeel zee- en luchtvaartemissies aanzienlijk

In figuur 4.10 tonen we het belang van de emissies van de internationale modi. We vergelijken de emissies van de luchtvaart (LTO en overvluchten zoals gedefinieerd in deel 4.1 Luchtvaart en emissies) en van de zeevaart (binnenlandse en internationale emissies zoals gedefinieerd in deel 4.2 Zeevaart en emissies) met die van de andere transportmodi in Vlaanderen.

Uit figuur 4.10 blijkt dat de emissies door wegverkeer voor de meeste pollutanten het grootste aandeel van alle transportemissies uitmaken. De totale emissies van de modi zee- en luchtvaart zijn echter niet verwaarloosbaar en het procentuele aandeel is voor de meeste pollutanten gestegen tussen 2000 en 2005. Dat komt door de sterkere stijging in activiteit van vooral de zeevaart, maar ook omdat vooral voor het wegverkeer de emissies dalen onder invloed van strenge wetgeving. Voor NO_x steeg het aandeel van de lucht- en zeevaart samen van 22 % naar 25 %. Voor PM₁₀ en SO₂ (enkel zeevaart) stegen de aandelen respectievelijk van 23 % naar 31 % en van 86 % naar 96 %. Enkel voor CO₂ bleef het aandeel ongeveer constant, 13 % in 2005 (7 % voor luchtvaart en 6 % voor zeevaart).

Modale verdeling van het hinterlandtransport vanuit de havens

De milieuprestatie van een haven wordt niet enkel bepaald door de emissies van de schepen die er aanleggen. Een ander belangrijk aspect is de manier waarop de goederenstromen die per schip aangebracht worden verder landinwaarts gedistribueerd worden. Een belangrijk aandeel van het spoor-, weg- en binnenvaartverkeer in Vlaanderen is transport van en naar de havens. De externe milieukosten zijn verschillend voor de verschillende transportmodi. Spoor en binnenvaart hebben gelijkaardige externe kosten en presteren het best. De externe kosten van het wegverkeer zijn het grootst, ongeveer een factor vier groter dan voor spoor en binnenvaart (De Vlieger et al., 2005). Hoe groter het aandeel van spoor en binnenvaart in het hinterlandtransport, hoe beter de milieuprestatie van de haven op dat vlak. In de figuur zien we de evolutie van de modale verdeling voor de Vlaamse havens Antwerpen, Gent en Zeebrugge. In 1995 bedroeg het aandeel van de meer milieuvriendelijke transportmodi in de

havens van Antwerpen en Gent 26 % tot 30 %, zowel voor spoor als voor binnenvaart. De haven van Zeebrugge presteerde minder goed door het hoge aandeel wegverkeer (74 %). De recente gegevens leren dat er van een modale verschuiving van het wegverkeer naar spoor of binnenvaart geen sprake is voor geen enkele haven. Wel geldt voor alle havens dat het spoor aan aandeel heeft ingeboet ten voordele van de binnenvaart.

Sinds 1998 wordt de binnenvaart gestimuleerd door het kaaimurenprogramma van de Vlaamse overheid, een financiële stimulans voor de bouw van laad- en losinstallaties. Dat resulteerde in een toename van activiteit.

Een modale verschuiving is natuurlijk enkel mogelijk als infrastructuur aanwezig is. Antwerpen en Gent hebben goede aansluitingen met het spoor- en binnenvaartnetwerk, Zeebrugge heeft op dat vlak momenteel minder mogelijkheden.

Modale verdeling van het hinterlandtransport vanuit de havens van Antwerpen, Gent en Zeebrugge (1995, 2004-2006)

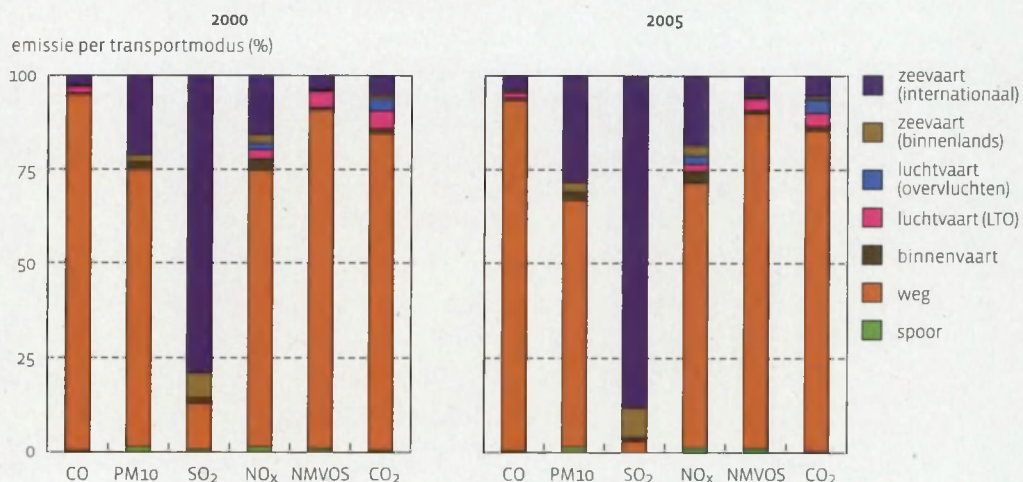


Bron: Haezendonck & Coeck (2006), havenbesturen

Bij de zeevaart (binnenlandse en internationale) is vooral het aandeel van SO_2 , NO_x en PM_{10} aanzienlijk groot, respectievelijk 96 %, 21 % en 31 %. Zeevaart heeft een hoog aandeel in de SO_2 -emissie door het hoge zwavelgehalte in scheepsbrandstoffen. Afhankelijk van het type bedraagt dat tussen de 1 tot 3 massaprocent. De brandstoffen gebruikt voor wegverkeer moeten reeds sedert 1980 aan steeds strengere normen voldoen wat betreft het zwavelgehalte. Sinds 2005 bedraagt de norm voor wegverkeer 0,005 massa-procent. Op internationaal vlak zijn er sinds kort maatregelen in voege die ook voor de scheepsbrandstoffen het zwavelgehalte beperken om zo de SO_2 -emissies te reduceren (zie Emissieregelgeving zeevaart). Binnen de zeevaart valt verder op dat het aandeel binnenlandse emissies zeer beperkt is in vergelijking met de internationale emissies.

Het aandeel van de *luchtvaart* (LTO en overvluchten) is voor NO_x en NMVOS relatief beperkt tot 4,1 en 3,5 % in 2005, voor CO_2 is het aandeel toch 7 %. Er is sprake van een lichte afname van de aandelen van luchtvaart, veroorzaakt door een daling van de activiteit op de luchthavens in Vlaanderen.

Figuur 4.10: Aandeel van de verschillende transportmodi in de totale emissie van de sector transport (Vlaanderen en BCP, 2000 en 2005)



PM_{10} en SO_2 niet beschikbaar voor luchtvaart. Voor PM_{10} werden enkel de uitlaatemissies in rekening gebracht.

Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007), VUB (ETEC) op basis van Belgocontrol, VITO, VMM

In het volgende deel gaan we dieper in op de actuele situatie wat betreft de regelgeving rond zeevaart- en luchtvaartemissies en op mogelijkheden om die emissies te reduceren.

Emissieregelgeving luchtvaart

Binnen het UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) bestaat er een akkoord over de emissies die te wijten zijn aan de binnenlandse luchtvaart. Zij vallen onder de reductiedoelstellingen van het Protocol van Kyoto. De emissies afkomstig van de internationale luchtvaart vallen daar niet onder.

Op internationaal vlak bestaat er nog geen eensgezindheid over de toekenning van de emissies afkomstig van de internationale luchtvaart. Om maatregelen te treffen voor de internationale luchtvaart verwijst het Protocol van Kyoto naar ICAO (International Civil Aviation Organization). Analooq wordt voor de emissies van de internationale scheepvaart verwezen naar IMO (International Maritime Organisation).

Het is de *Convention on International Civil Aviation* van het ICAO die de emissiestandaarden bepaalt waaraan vliegtuigen moeten beantwoorden. In het verleden implementeerde ICAO reeds een aantal maatregelen om de gevolgen van de activiteiten in de luchtvaartsector op de gezondheid en het milieu (rondom de luchthavens) te beperken. Daarom waren de emissiestandaarden voor NO_x, CO en onverbrande koolwaterstoffen beperkt tot de LTO-cyclus. Dankzij die standaarden werden de emissies op grotere hoogte echter ook beperkt. Sinds 1981, het jaar waarin de eerste NO_x-emissiestandaarden werden ingevoerd, werd de emissiestandaard voor NO_x verscheidene keren verstrengd (in 1993, 1996, 2004). Vanaf 2008 zal de maximale emissie voor NO_x ongeveer 50 % lager zijn dan in 1981. De beperking van het zwavelgehalte in de brandstoffen zorgde voor een lagere uitstoot aan zwaveloxiden. Het zwavelgehalte van de brandstoffen die gebruikt worden in de luchtvaart is doorgaans laag. De limiet bedraagt 0,3 massaprocent, maar de gerapporteerde zwavelgehalten zijn meestal nog lager (0,04-0,06 %). De ICAO-standaarden leggen geen beperking op voor emissies van CO₂ of water(damp).

113

Uit het voorgaande volgt dat er momenteel maar een deel van de luchtvaart onderhevig is aan emissieregelgeving. Het Protocol van Kyoto regelt enkel de CO₂-emissies van binnenlandse vluchten. Voor de evaluatie van de nationale emissieplafonds vastgelegd in de NEM-richtlijn dienen enkel de emissies tijdens de LTO-cyclus gerapporteerd te worden door de lidstaten.

De internationale vluchten zijn momenteel wel onderhevig aan een *en-route*heffing. Die wordt in Europa door Eurocontrol geheven in opdracht van de lidstaten. Daarbij wordt er rekening gehouden met de afstand die door een toestel in een nationaal luchtruim wordt afgelegd, alsook met het type motor van het toestel.

De ICAO bestudeerde ook marktgebaseerde maatregelen ter vermindering van de CO₂-uitstoot, waaronder emissiegerelateerde heffingen en emissiehandel. Totnogtoe is ICAO er niet in geslaagd om daaromtrent eensgezindheid te vinden.

De Europese Commissie (EC) bestudeerde drie marktgebaseerde maatregelen ter beperking van de CO₂-uitstoot van de luchtvaart: de kerosinetaks, de *en-routemilieu*heffing en een open emissiehandelsstelsel.

De *kerosinetaks* wordt sinds 1996 onderzocht door de EC. Die taks zou van toepassing zijn op elke maatschappij die opereert vanuit een Europese luchthaven. Een decennium later is het draagvlak op internationaal niveau echter nog steeds onvoldoende om de maatregel door te voeren. Een kerosinetaks die enkel betrekking zou hebben op routes binnen de EU is technisch haalbaar. De EC vreest echter voor een zware verstoring van de interne markt en voor een competitieve handicap voor

de Europese luchtvaartmaatschappijen. In verschillende Europese lidstaten worden er momenteel discussies gevoerd omtrent het invoeren van een tickettaks. Het is echter nog onduidelijk in welke mate deze taks een invloed zal hebben op de verplaatsing van vluchten en passagiers naar luchthavens in naburige lidstaten en welke de milieu-impact zal zijn van deze maatregel. Een homogene Europese aanpak lijkt aangewezen.

De effecten van een *en-route*-emissieheffing zijn gelijkaardig aan die van een kerosinetaks. Aangezien een kerosinetaks soms uitdrukkelijk uitgesloten wordt in bindende bilaterale overeenkomsten tussen de EU en derde landen, lijkt de *en-route*-emissieheffing meer haalbaar.

Het Protocol van Kyoto voorziet in de mogelijkheid tot *emissiehandel* tussen verschillende partijen. Sinds 1 januari 2005 bestaat het Europese Emissiehandel-systeem of EU-ETS. Daarbij kennen de verschillende lidstaten van de EU emissie-rechten toe aan hun bedrijven. Het systeem maakt emissiehandel tussen bedrijven op Europese schaal mogelijk. Emissiehandel zou kunnen worden uitgebreid naar de luchtvaartsector. Daarbij kan eventueel ook rekening gehouden worden met de niet-CO₂ polluenten die afkomstig zijn van de luchtvaart en die het klimaat beïnvloeden (door onder meer methaanafbraak, ozonvorming, spoorvorming en wolkenvorming). Men zou daarvoor gebruik kunnen maken van een zogenaamde multiplicator (CO₂ maal een factor x) of men kan werken met begeleidende parallelle maatregelen (bv. emissiestandaard voor NO_x). Op dit moment lijkt de meest waarschijnlijke optie voor een toekomstig Europees beleid omtrent luchtvaart en klimaat de uitbreiding van het EU-ETS naar de luchtvaart. Het is nog niet duidelijk of daarbij enkel rekening zal gehouden worden met CO₂ of ook de optie met multiplicator aangewend zal worden om rekening te houden met de andere polluenten. Begeleidende maatregelen voor de beperking van andere gassen worden ook niet uitgesloten. Het ziet ernaar uit dat uitbreiding van het Europese emissie-handelsysteem zal gebeuren met de jaren 2004-2005-2006 als referentie jaren.

In België wordt een relatief groot aandeel van de luchtvaartemissies veroorzaakt door toestellen die er noch landen, noch opstijgen. Dat is onder andere een gevolg van de ligging in het midden van de zogenaamde FLAP-zone. Ons land is dan ook ten dele afhankelijk van de evolutie van de luchtvaartactiviteiten in de ons omringende landen. Een geïntegreerde regelgeving op Europees en internationaal niveau is aangewezen om de emissies van deze internationale vluchten te beperken.

Emissieregelgeving zeevaart

Om de emissies van de internationale scheepvaart te reduceren werden zowel op Europees als op internationaal vlak reeds enkele maatregelen genomen. Hier volgt een stand van zaken:

- MARPOL annex VI: de International Maritime Organisation (IMO) legt aan alle schepen een emissiestandaard voor NO_x-emissies op. De emissiestandaard hangt af

van het toerental van de motor. Verder mag het zwavelgehalte van de scheepsbrandstoffen maximaal 4,5 massaprocent bedragen. Deze maatregelen werden ingevoerd in 2005.

- Europese Richtlijn 2005/33/EG betreffende het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen: deze richtlijn bepaalt dat sedert 11 augustus 2007 het zwavelgehalte van de brandstof gebruikt op de Noordzee maximaal 1,5 massaprocent mag bedragen (zie ook hieronder bij SECA). Verder stelt de richtlijn dat vanaf 2010 het zwavelgehalte van scheepsbrandstof, gebruikt tijdens het liggen aan de kade, maximaal 0,1 massaprocent mag bedragen.
- SECA (Sulphur Emission Control Area): De Noordzee werd vanaf juli 2005 aangeduid als SECA. Pas vanaf 22 november 2007 treedt deze SECA effectief in voege. Vanaf dan geldt ook vanuit de IMO de verplichting om het zwavelgehalte van scheepsbrandstoffen te beperken tot maximaal 1,5 massaprocent op de Noordzee. Deze wetgeving is een amendement op MARPOL annex VI, opgelegd door de IMO.

Deze maatregelen focussen op het beperken van de emissies van SO_2 en NO_x , waarin de zeevaart een belangrijk aandeel heeft. Maar er zijn mogelijkheden om nog verder te gaan. De scheepvaart maakt vaak gebruik van grote motoren, waarvoor specifieke reductiemaatregelen mogelijk zijn. Zo kunnen bepaalde uitlaatgasbehandelings-technieken, zoals SCR (Selective Catalytic Reduction) scrubbers, de NO_x -emissies met 85-90 % reduceren.

Maatregelen om de CO_2 -emissies van de scheepvaart te reduceren kunnen in principe enkel inwerken op energie-efficiëntie en snelheidsbeperking. Stimuli voor een verbetering van de energie-efficiëntie van scheepsmotoren zijn niet nodig. Het brandstofverbruik is een grote kost voor de internationale scheepvaart en is in ieder geval een prioriteit in het actuele scheepsdesign. Technologische verbeteringen hebben ertoe geleid dat de nieuwste generaties van grote scheepsmotoren een rendement halen van meer dan 50 % met een brandstof die een bijproduct is van de petroleum-raffinage. Gezien het energieverbruik sterk toeneemt met de snelheid, kan het opleggen van een snelheidsbeperking de CO_2 -emissies reduceren. Voor België biedt dit weinig potentieel gezien schepen nergens aan volle snelheid varen op het BCP. Momenteel onderzoekt de Europese Commissie de optie om scheepvaart op te nemen in het Emission Trading Scheme (ETS). Hoe dat zal gebeuren is nog niet duidelijk.

Ten opzichte van de emissies die door de scheepvaart geproduceerd worden op volle zee, zijn de emissies aan de kades van de havens beperkt. Maar ze treden op in de nabijheid van dichtbevolkte gebieden waardoor de schade relatief groter is. Vanaf 2010 zal de SO_2 -emissie in de havens dalen door het verlagen van het zwavelgehalte van scheepsbrandstof, gebruikt tijdens het liggen aan de kade. Om ook de emissies van andere polluenten te reduceren kan walstroom in bepaalde gevallen een oplossing zijn. Daarbij schakelen schepen voor hun energievoorziening in de haven over op het elektriciteitsnetwerk in plaats van gebruik te maken van eigen generatoren. De infrastructuur die nodig is voor het gebruik van walstroom is echter relatief duur. Indien walstroom als optie overwogen wordt, dan moeten de kosten

(infrastructuur, operationeel ...) en baten (emissiereductie) per mogelijke toepassing zorgvuldig afgewogen worden. Een internationale standaardisatie inzake de technische aspecten (aansluitingsmodaliteiten, vermogen, spanning ...) zou nodig zijn om walstroom meer algemeen te kunnen implementeren.

Bij het opstellen van nieuwe regelgeving is het nodig rekening te houden met de economische context van de internationale scheepvaart. Door het internationale karakter is gevaar voor verstoorde concurrentie reëel. Maatregelen om emissies te reduceren kunnen dan ook enkel doeltreffend zijn als ze internationaal consistent zijn. De rol van nationale overheden is daardoor eerder beperkt tot het opmaken van lokale maatregelen en het uitoefenen van druk op de IMO en de Europese Commissie, die de emissieproblematiek internationaal kunnen aanpakken. Nationale overheden kunnen eventueel internationale samenwerkingsverbanden opstarten om een identiek beleid te voeren op vlak van haventaksen en subsidies of om dezelfde technologische vereisten op te leggen aan de verschillende concurrerende havens. Voor de Vlaamse zeehavens zijn dat de havens in de zone Le Havre-Hamburg.

Milieuprestatie goederentransport per schip beter dan per vliegtuig

Ter illustratie vergelijken we de emissies die voortkomen door een transport van goederen per vliegtuig of per zeeschip en dat zowel over een korte afstand als over een lange afstand. Om de twee modi te kunnen vergelijken veronderstellen we het vervoer van eenzelfde hoeveelheid vracht, hier 30 ton. Als voorbeeld van een korteaafstandstraject nemen we Oostende-Londen (260 km). Als voorbeeld van een langeafstandstraject bekijken we Antwerpen-New York voor scheepvaart en Brussel-New York voor luchtvaart (+/- 5880 km). Voor de korteaafstandsvlucht wordt gebruikgemaakt van een toestel van het type B737-400F, voor de lange afstand van een toestel van het type B747-400. Voor de scheepvaart wordt het traject tussen Londen en Oostende afgelegd door een klein tot middelgroot roll-on-roll-offschip. Het langeafstandstraject wordt afgelegd door een containerschip van 3000 TEU, een type Panamax².

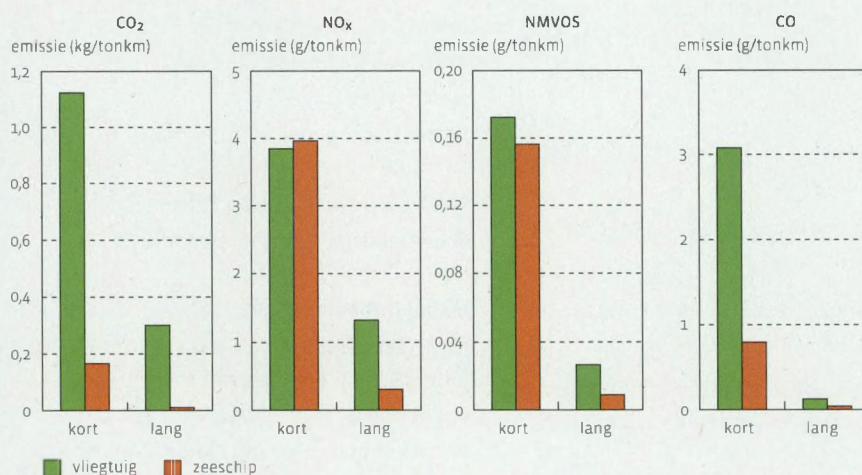
In de figuur vergelijken we de emissieprestaties (g/tonkm) van de vier opties. Uit de gegevens van de CO₂-emissie volgt dat het vervoer veel energie-efficiënter gebeurt per zeeschip dan per vliegtuig en dat zowel voor korte afstanden (factor 7) als voor lange afstanden (factor 27). Het verschil met de luchtvaart is het meest uitgesproken voor CO₂, maar ook voor de andere polluenten scoren schepen meestal beter. Dat is te danken aan het schaalvoordeel dat de scheepvaart heeft t.o.v. de luchtvaart. Voor NO_x en NMVOS blijkt er bij het korte traject weinig verschil te zijn tussen luchtvaart en scheepvaart, mede door de emissies die optreden in de havens. Verder blijkt dat de emissie per afgelegde kilometer voor zowel vliegtuigen als schepen minder groot is over langere afstanden dan over kortere afstanden. Bij de luchtvaart is het landen en opstijgen het meest energie- en emissie-intensief.

² Een lading van 30 ton betekent ongeveer 1/25^e en 1/1000^e van de totale laadcapaciteit van respectievelijk het roll-on-roll-offschip en het 3000-TEU-containerschip.

Het effect van het meer milieubelastende LTO-gedeelte van de vlucht wordt bij langere vluchten gespreid over een groter aantal kilometers. Natuurlijk is de *totale* milieu-impact groter wanneer goederen over langere afstanden vervoerd worden. Doorgaans geldt dat voor grote afstanden zeeschepen ingezet worden voor het vervoer

van goederen met een relatief lage waarde per gewichtseenheid. Het luchttransport zorgt voornamelijk voor het langeafstands-vervoer van passagiers en van tijdsgevoelige goederen met een hoge waarde per gewichtseenheid. Beide transportmodi hebben dus hun specifieke markten.

Emissie van schadelijke polluenten bij het vervoer van goederen per vliegtuig en per zeeschip over korte en lange afstand (2006)



Bron: Transport & Mobility Leuven op basis van EMMOSS (2007), VUB (ETEC) op basis van EMEP/Corinair (2003)

Meer informatie over *Transport* op
www.milieurapport.be.



Referenties

De Vlieger I. et al. (2005) Sustainability assessment of technologies and modes in the transport sector in Belgium (SUSATRANS), studie uitgevoerd in opdracht van het Federaal Wetenschapsbeleid, Brussel.

EMEP/Corinair (2003) Update to the third edition of the joint EMEP/CORINAIR Atmospheric Emission Inventory Guidebook, Group 8: Other mobile sources and machinery, Air traffic.

EMMOSS (2007) EMISSiEModel Spoorverkeer en Scheepvaart in Vlaanderen, Transport & Mobility Leuven, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.

Eurocontrol (2006) Long-Term Forecast: Flight Movements 2006-2025.

Eurocontrol (2007a) Medium-Term Forecast: IFR Flight Movements 2007-2013, part 1.

Eurocontrol (2007b) Medium-Term Forecast: IFR Flight Movements 2007-2013, part 2.

Gommers A. et al. (2006) MONitoring Programme on air pollution from SEA-going vessels: MOPSEA, studie uitgevoerd in opdracht van het Federaal Wetenschapsbeleid, Brussel.

Haezendonck E. & Coeck C. (2006) Externe kosten van goederentransport in Vlaanderen: de impact van het hinterlandtransport van containers via zeehavens, Mobiliteit en (groot)stedenbeleid, 27^e Vlaams Wetenschappelijk Economisch Congres, VUBPress, Brussel.

IPCC (1999) Special report: aviation and the global atmosphere.

Merckx J. & Neyts D. (2007) Jaaroverzicht Vlaamse havens 2006, Havencommissie SERV, Brussel, www.serv.be.

RCEP (2002) Royal Commission on Environmental Pollution Special Report: The Environmental Effects of Civil Aircraft in Flight, London.

Sausen R. et al. (2005) Aviation radiative forcing in 2000: An update on IPCC, Meteorologische Zeitschrift, 14, 4, 555-561.

Stuber N., Forster P., Rädel G. & Shine K. (2006) The importance of the diurnal and annual cycle of air traffic for contrail radiative forcing, Nature, 441, 864-867.

Lectoren

Veerle Beyst, Pieter De Maesschalck,
Studiedienst Vlaamse Regering

Bram Claeys, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen
vzw

Caroline De Bosscher, VMM

Johan De Mol, Vakgroep Civiele Techniek, UGent

Anneleen De Smedt, Minaraad

Ina De Vlieger, VITO

Pieter Deschamps, Vlaamse
Luchthavencommissie, SERV

Luk Deurinck, Belgische Petroleum Federatie

Stijn Devaere, Geert Raeymaekers, DG
Leefmilieu, FOD VVVL

Isabel Dobbelaere, WES vzw

Jan Kretzschmar, Departement Toegepaste
Biologische Wetenschappen, UA

Pol Michiels, FEBIAC vzw

Patrick Proost, Luc Van Espen, Gemeentelijk
Havenbedrijf Antwerpen

Joris Recko, VEA

Paul Schroé, Maatschappij van de Brugse
Zeevaartinrichtingen nv

Geert Van Cappellen, Afdeling Haven- en
Waterbeleid, Departement MOW

Paul Van Dyck, Brussels Airport Company

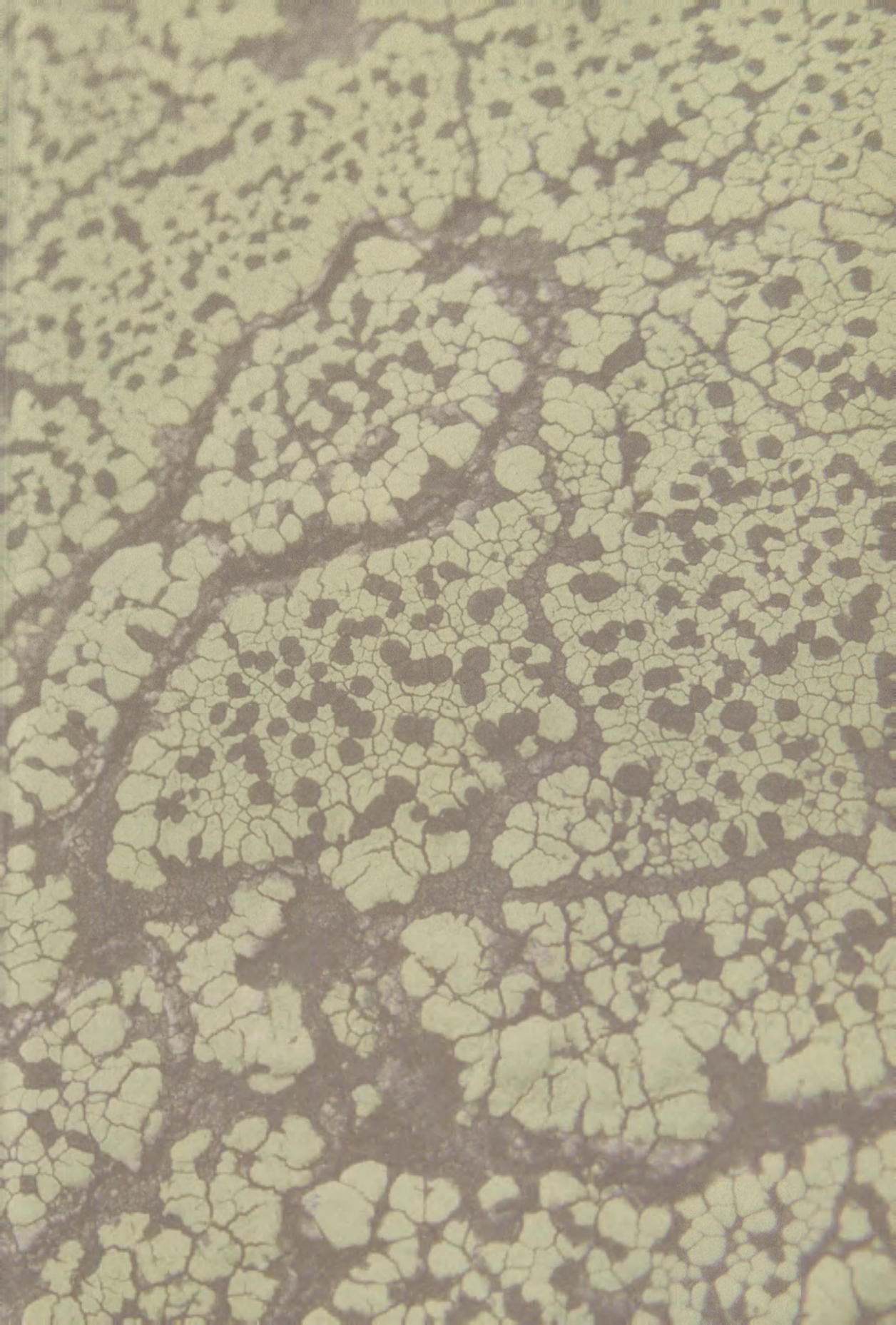
Greet Van Eetvelde, Onderzoeksgroep Milieu- en
Ruimtebeheer, UGent

Greet Van Laer, Afdeling Lucht, Hinder,
Risicobeheer, Milieu & Gezondheid, Departement
LNE

Pieter Van Vooren, Afdeling Milieu, Natuur- en
Energiebeleid, Departement LNE

Saskia Walters, Havenbedrijf Gent GAB

Enid Zwerts, Vakgroep Geografie, UGent



Hoofdpijnen

- Op enkele aandachtsgebieden na, worden in de buitenlucht alle officiële normen voor zware metalen gehaald. De aanwezigheid van dioxines daalt, die van PAK's fluctueert, op specifieke locaties komen soms nog normoverschrijdingen voor.
- In meer dan 85 % van de onderzochte slaap- of woonkamers worden de richtwaarden voor formaldehyde en benzeen voor binnenlucht overschreden.
- In het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (VHBP) kwam bij adolescenten met verhoogde concentraties van lood in het bloed en navelstrengbloedconcentraties van lood en cadmium bij de moeders van pasgeborenen meer astma voor. Moeders met hoge loodgehalten in het navelstrengbloed van hun baby hadden ook meer last van hooikoorts.
- In 2006 werd in het kader van de beleidsvertaling van de humane biomonitoringsresultaten van start gegaan met een pilootproject rond de verhoogde p,p'-DDE-gehalten gemeten in de landelijke gebieden en in de Albertkanaalzone. Dit resulteerde in een inzamel- en sensibilisatieactie omtrent bestrijdingsmiddelen en verder onderzoek naar de huidige en historische opnameroute van DDT.

Milieugevaarlijke stoffen en gezondheid

Op zoek naar relaties tussen concentraties en effecten

Ann Colles, Milieutoxicologie, VITO

Griet Van Gestel, Afdeling Bodembeheer, OVAM

Karen Van Campenhout, Maja Mampaey, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid, Departement Leefmilieu, Natuur en Energie

Kris Van den Belt, Afdeling Water, VMM

Natacha Claeys, Immissiemeetnetten Lucht, VMM

Hans Keune, Ilse Loots, Departement Sociologie, UA

Reinout Van Loon, Myriam Bossuyt, Bob Peeters, Hugo Van Hooste, MIRA, VMM

Inleiding

Vele chemische stoffen in het milieu beïnvloeden de menselijke gezondheid. Hoe groot die invloed is, hangt af van o.a. individuele verschillen in stofwisseling, de concentratie in het milieu en de wijze waarop de mens met die stoffen in contact komt. In dit hoofdstuk zal enerzijds ingegaan worden op de concentraties in het milieu en de verschillende blootstellingsroutes van die stoffen. Anderzijds komen de mogelijke gezondheidseffecten die daarmee gepaard gaan aan bod.

In een eerste focus wordt een schets gegeven van de verontreiniging van milieu-compartimenten waar mensen onmiddellijk mee in contact komen, nl. buitenlucht, binnenlucht, bodem, drinkwater en voeding. Dat gebeurt door per compartiment typische milieugevaarlijke stoffen te belichten. Daarnaast komen de verschillende blootstellingsroutes aan bod waarlangs de stoffen het menselijke lichaam bereiken. Voorbeelden van beleid om mens en milieu te beschermen, worden toegelicht in kaderteksten over het PCB-verwijderingsplan en de REACH-richtlijn.

In een tweede focus wordt ingezoomd op de gezondheidseffecten van deze milieugevaarlijke stoffen. Daarbij worden de resultaten toegelicht van het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (VHBP), van de studie van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO) van persistente organische polluenten (POP's) in moedermelk en van de studie over afstemmen van meetnetten. In de eerste plaats wordt ingegaan op het effect van leeftijd op de aanwezigheid van persistente polluenten. Vervolgens komen de tijdsevolutie van die stoffen in de mens en de geografische variatie aan bod. Ten slotte wordt de huidige kennis van de relatie tussen blootstelling en effect besproken. De tekst over het faseplan licht toe hoe biomonitoringsgegevens gehanteerd kunnen worden als beleidsinstrument. Het perceptieonderzoek uitgevoerd in het kader van het Steunpunt Milieu en Gezondheid komt aan bod in een kadertekst.

5.1 Milieugevaarlijke stoffen in milieucompartimenten en voeding

In alle milieucompartimenten (lucht, bodem, drinkwater) en voeding komen milieugevaarlijke stoffen voor. De oorzaak van de aanwezigheid van die stoffen in de verschillende milieucompartimenten is te wijten aan milieudruk van: huishoudens, industrie, energie, landbouw, transport, handel & diensten.

De mens wordt blootgesteld aan die milieugevaarlijke stoffen. Dat gebeurt merendeels op een onrechtstreekse manier via de verschillende milieucompartimenten. Het milieucompartiment waarin de stof zich bevindt, is van belang voor de manier waarop mensen worden blootgesteld. Zo worden stoffen die zich in de buiten- of binnenlucht bevinden voornamelijk opgenomen via inademing. Stoffen die zich in de bodem bevinden, zullen voornamelijk opgenomen worden via het eten van groenten uit eigen tuin of via het inslikken van bodemdeeltjes. Ook via drinkwater kunnen stoffen opgenomen worden. Stoffen kunnen ook van het ene milieucompartiment naar het andere worden verplaatst. Op die manier kunnen ze ook in de voeding terechtkomen. Die verschillende manieren van blootstelling noemt men blootstellingsroutes. Via alle blootstellingsroutes samen wordt een persoon aan een hele waaier stoffen blootgesteld.

122

Hieronder wordt de aanwezigheid van typische milieugevaarlijke stoffen in de verschillende milieucompartimenten, samen met aanbevelingen die voor lagere concentraties in het milieu moeten zorgen, nader toegelicht.

Voldoet de buitenlucht aan de normen?

Zware metalen

De aanwezigheid van zware metalen in de buitenlucht wordt zowel opgevolgd aan de hand van metingen in *zwevend stof* (concentraties in ng/m^3) als in *neervallend stof* (concentraties in $\mu\text{g}/\text{m}^2\cdot\text{dag}$) (VMM, 2007). Er gebeuren vooral metingen in specifieke aandachtsgebieden, maar ook in stedelijk gebied en in achtergrondgebieden (o.a. een natuurgebied nabij de kust). Aandachtsgebieden wegens de aanwezigheid van non-ferrobedrijven zijn vooral Hoboken en Beerse, aandachtsgebieden wegens de aanwezigheid van staalbedrijven zijn Zelzate en Genk. Hier zal enkel ingegaan worden op de concentraties in zwevend stof en op de metalen waarvoor officiële normen bestaan (lood, cadmium, arseen en nikkel). Anno 2007, gelden er VLAREM- en EU-grenswaarden. De EU-streefwaarden zouden eind 2012 zo veel mogelijk moeten worden gehaald.

De concentraties lood, cadmium, arseen en nikkel vertonen alle een dalende trend in de periode 1985-2006 en dat zowel in de aandachtsgebieden als in de andere gebieden. Vooral de reductie van de industriële emissies, o.a. door de invoering van best beschikbare technieken (BBT), is daarvoor verantwoordelijk. Daarbij was ook de invoering van loodvrije benzine belangrijk. Zowel in stedelijke als in landelijke gebieden zijn de concentraties laag en worden alle officiële normen gehaald.

In enkele aandachtsgebieden zijn er nog specifieke problemen. Het betreft lokale gebieden waarbij de verontreiniging het meest uitgesproken is in de windafwaartse sector en in de onmiddellijke omgeving van de bronnen. De verontreiniging wordt voornamelijk veroorzaakt door niet-geleide bronnen (bv. opwaaiend stof).

Beerse en Hoboken zijn twee belangrijke aandachtsgebieden, vooral voor *lood*, *cadmium* en *arseen*. Alhoewel in beide gebieden de EU-grenswaarde voor lood (500 ng/m^3) gerespecteerd wordt, zijn de gemeten concentraties duidelijk hoger dan de achtergrondwaarde. De toekomstige EU-streefwaarde voor cadmium (5 ng/m^3) wordt gemiddeld genomen enkel in Beerse overschreden. Voor de microzone Hoboken wordt de streefwaarde gemiddeld genomen niet overschreden, maar in de onmiddellijke omgeving en in de meest overheersende windrichting zijn er wel 3 meetstations met overschrijdingen. De toekomstige EU-streefwaarde voor arseen (6 ng/m^3) wordt in Hoboken en Beerse overschreden. Beide gebieden dienen bijgevolg nauwlettend opgevolgd te worden en indien nodig moeten bijkomende maatregelen genomen worden.

Nikkel is een specifiek probleem voor het aandachtsgebied Genk. De toekomstige EU-streefwaarde (20 ng/m^3) wordt in de omgeving van Genk-Zuid overschreden. De EU-streefwaarde voor cadmium wordt er op één meetstation net niet gehaald.

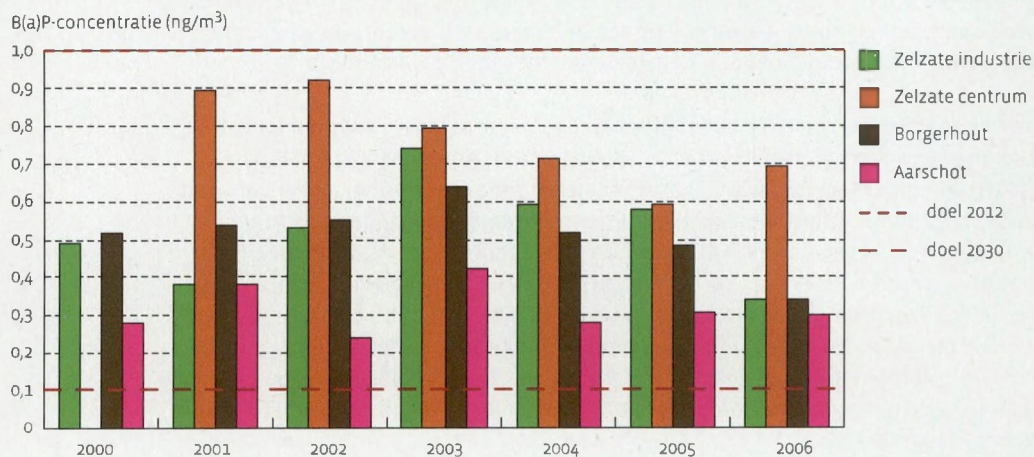
Om de concentraties in de omgeving op die specifieke plaatsen verder te doen dalen zijn er vooral bijkomende stofreducerende maatregelen nodig om de niet-geleide emissies aan te pakken, o.a. overkoepeling van opslagplaatsen en open ruimten (met afleiding en zuivering van de niet-geleide emissies) of besproeiing van opslagplaatsen.

PAK's

De totale PAK-emissie (Polyaromatische Koolwaterstoffen) in Vlaanderen is in de periode 1995-2006 van 148 ton tot 188 ton gestegen, net onder de doelstelling (Milieu-beleidsplan 2003-2007, MINA-plan 3) voor 2010 (192 ton). De belangrijkste bronnen van PAK-emissies zijn de huishoudens (gebouwenverwarming op steenkool en hout) en transport (toenemend dieselverbruik en naftaleengehalte ten gevolge van het gebruik van de katalysator).

Een belangrijke PAK, omwille van de kankerverwekkende eigenschappen, is benzo(a)pyreen (B(a)P). B(a)P geldt dan ook als indicator van PAK's. In figuur 5.1 wordt de B(a)P-concentratie in de omgevingslucht op 4 locaties weergegeven (slechts een beperkt aantal meetplaatsen wordt systematisch bemonsterd).

Figuur 5.1: B(a)P-concentratie in omgevingslucht (Vlaanderen, 2000-2006)



Bron: VMM

De vierde dochterrichtlijn lucht (2004/107/EG) bevat een streefwaarde van 1 ng B(a)P/m³ in PM₁₀-stof die als jaargemiddelde eind 2012 moet worden bereikt. Figuur 5.1 toont dat die toekomstige streefwaarde voor de periode 2000-2006 gerespecteerd wordt voor de bemonsterde locaties.

De WGO geeft in haar *Air Quality Guidelines* een kankerrisico van 1 op 100 000 blootgestelden aan voor een levenslange blootstelling aan 0,1 ng B(a)P/m³ in de lucht (aangenomen als doelstelling voor 2030). Voor die doelstelling worden wel overschrijdingen vastgesteld.

De aangewezen methode om de emissie van PAK's te reduceren zijn betere technologieën zoals energiezuinige processen, verbeterde verbrandingstechnologie voor vaste en vloeibare brandstoffen, stofbeheersing en end-of-pipe-technieken. Omwille van het grote aandeel van het wegverkeer en de gebouwenverwarming spelen ook de mobiliteitsevolutie en de welvaart een niet te verwaarlozen rol in de totale milieudruk door PAK's.

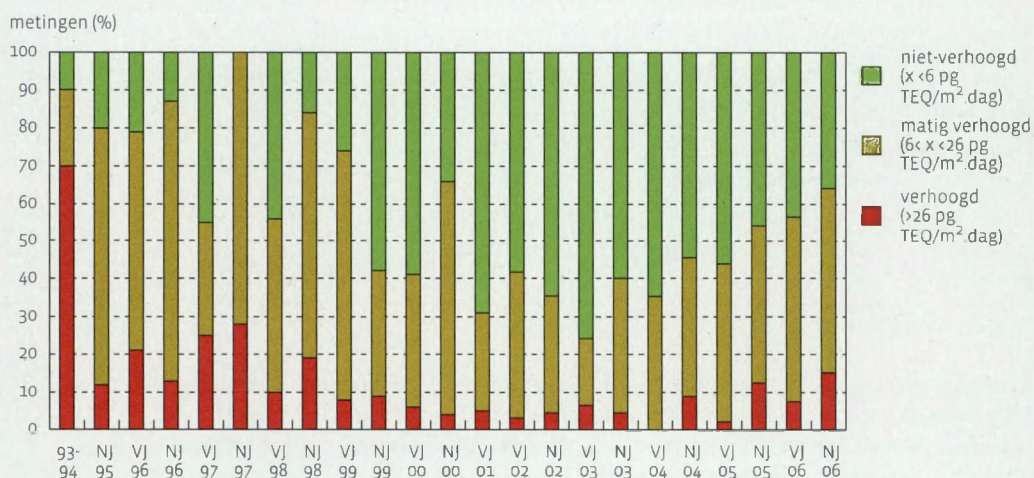
Dioxines

Sinds 1993 meet VMM de meest toxische dioxines (dirty 17) op diverse plaatsen in Vlaanderen. Voor dioxinedepositie zijn er op dit ogenblik geen wettelijk vastgestelde milieukwaliteitsnormen. De mogelijke doelstellingen (jaargemiddelden) zijn: 2 pg TEQ (Toxische Equivalent)/m².dag (middellange termijn) en 10 pg TEQ/m².dag (korte termijn). De maandgemiddelde depositiewaarden worden respectievelijk getoetst t.o.v. de waarden 6 en 26 pg TEQ/m².dag (VMM-voorstel). Bij overschrijding van die waarden wordt gesproken over respectievelijk matig verhoogde en verhoogde depositie. De doelstellingen zijn gebaseerd op de Toelaatbare Dagelijkse Innamedosis (TDI) gedefinieerd door de WGO die 1 pg tot 4 pg TEQ/kg lichaams-gewicht.dag bedraagt.

De meetresultaten worden dus getoetst aan de criteria verhoogd ($x > 26 \text{ pg TEQ/m}^2 \cdot \text{dag}$), matig verhoogd ($6 < x \leq 26 \text{ pg TEQ/m}^2 \cdot \text{dag}$) en niet-verhoogd ($x \leq 6 \text{ pg TEQ/m}^2 \cdot \text{dag}$). Figuur 5.2 geeft de trend van het aantal niet-verhoogde, matig verhoogde en verhoogde waarden tijdens de verschillende meetcampagnes.

In 1993 was 70 % van de halfjaarlijkse dioxinedepositiemetingen (meetcampagnes gedurende een maand) verhoogd, in 2006 nog slechts 11 %. Die daling is een vertaling van de verminderde dioxine-emissie, vooral door de drastische sanering en het gebruik van schone technologie bij de afvalverbranding en in sinterinstallaties. De dioxine-emissie in 2006 was voor 75 % afkomstig van de gebouwenverwarming op vaste brandstoffen en het verbranden van afval door particulieren. Het aantal matig verhoogde dioxinedepositiemetingen stijgt de laatste jaren terug (49 % in 2006). Een reden daarvoor is de jaarlijkse wijziging van het meetprogramma en de opstart van nieuwe meetposten om nieuwe bronnen en lokale problemen op te sporen. Een vergelijking met voorgaande jaren ligt dus niet altijd voor de hand.

Figuur 5.2: Halfjaarlijkse dioxinedepositie (Vlaanderen, 1993-2006)



NJ = najaar, VJ = voorjaar

Bron: VMM

Ook via binnenlucht is er blootstelling

Inwoners van Vlaanderen brengen gemiddeld 85 % van hun tijd door binnenshuis, zodat binnenlucht een belangrijke blootstellingsroute is. Om te onderzoeken wat de impact is van milieugevaarlijke stoffen in de buitenlucht op de kwaliteit van de binnenlucht werd de *Flanders Indoor Exposure Survey (FLIES)* uitgevoerd in opdracht van de dienst Milieu & Gezondheid van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie (LNE) (Goelen et. al., 2007). In een waaier van voor kinderen relevante binnen-omgevingen (huizen, scholen, transport en ontspanningsruimten) en buiten-omgevingen werden gedurende 7 dagen in de maanden januari tot maart 2006 concentraties fijn stof (PM) en 14 gassen gemeten (methyl tertiairbutyl ether (MTBE), benzeen, trichlooretheen, toluene, tetrachlooretheen, ethylbenzeen, m+p xyleen,

styreen, o-xyleen, 1,2,4-trimethylbenzeen, p-dichloorbenzeen, nitriet (NO₂), formaldehyde en acetaldehyde).

Voor die gassen werden de hoogste concentraties gemeten voor formaldehyde (maximum 124 µg/m³), acetaldehyde (maximum 65 µg/m³), NO₂ (maximum 122 µg/m³) en toluen (maximum 122 µg/m³). Die maximale waarden werden telkens binnenshuis (slaap- of woonkamer) geregistreerd. Ook de concentraties van benzeen waren in het algemeen vrij hoog. Er werd een grote variatie waargenomen tussen de vijftig huizen. Dat was meer specifiek het geval voor formaldehyde en toluen, waarvoor de concentraties tussen slaapkamers in verschillende huizen varieerden met een factor 50. Die concentraties en de variaties erop kunnen ondermeer te wijten zijn aan de gebruikte bouwmaterialen, slechte ventilatievoorzieningen en onaangepast verluchtingsgedrag, maar ook levensstijl kan een rol spelen. In meer dan 85 % van de onderzochte binnenomgevingen worden de richtwaarden voor formaldehyde, totaal vluchtige organische stoffen (TVOS) en benzeen uit het Vlaams Binnenmilieubesluit overschreden (tabel 5.1).

Tabel 5.1: Evaluatie van de gemeten concentraties in binnenlucht i.f.v. de richtwaarden van het Vlaams Binnenmilieubesluit

polluent		TVOS	benzeen	formaldehyde	P M _{2,5}	PM ₁₀
uitmiddellingstijd		0,5u	jaar	24u
richtwaarde (µg/m ³)		200	2	10	15	40
leefruimte (n=52)	aantal overschrijdingen	51	30	48
	maximum (µg/m ³)	2 793	23,7	91
slaapkamer (n=50)	aantal overschrijdingen	49	24	43	8	2
	maximum (µg/m ³)	1 195	14,5	124	43	58

Bron: Goelen et al. (2007)

In een beperktere staalnamecampagne werden ook metingen uitgevoerd in kinderdagverblijven, scholen, ontspanningsruimtes (zwembad, jeugdhuis, bibliotheek) en transport (wagen, bus, fietsen en wandelen). In het binnenmilieu van scholen waren de mediane concentraties van de 14 gassen kleiner dan of gelijk aan die in de huizen, in de ontspanningsruimten waren die gelijkwaardig aan die in de huizen. Een uitzondering was de verhoogde concentratie aan toluen en xyleen in het jeugdhuis, maar dat kan toe te schrijven zijn aan het daar heersende rokersklimaat.

In gemotoriseerd transport lagen de mediane concentraties van TVOS, MTBE en NO₂ driemaal hoger dan in woningen. Mediane toluen- en xyleenconcentraties lagen anderhalve keer lager. Voor NO₂ treedt er een piekblootstelling op. Transport per fiets of te voet levert piekblootstellingen aan acetaldehyde op, tot driemaal groter dan in alle andere omgevingen.

De blootstelling van kinderen wordt vooral gedomineerd door de tijd die binnen wordt doorgebracht en dan vooral in de slaapkamer (gemiddeld 11 uur per dag) en de woonkamer (gemiddeld 4 uur per dag), gevolgd door de tijd op school of in kinderopvang. Andere binnenomgevingen zijn minder belangrijk in het gemiddelde blootstellingspatroon, hoewel ze soms leiden tot piekblootstellingen.

Humane blootstelling aan milieugevaarlijke stoffen in bodem en grondwater

Bodemverontreiniging is doorgaans een zeer lokaal probleem (*puntverontreiniging*) en ontstaat bijvoorbeeld als gevolg van lekken of morsen van producten die bij een bepaalde activiteit worden gebruikt (bv. gechloreerde oplosmiddelen bij droogkuis). In dat geval is de bodemverontreiniging zeer heterogeen: een kern met zuiver product met eromheen een pluim met afnemende concentraties. Vaak komen verschillende verontreinigende stoffen voor op een locatie, bijvoorbeeld benzeen, toluen, ethylbenzeen en xyleen (BTEX), MTBE en minerale olie bij tankstations. Iedere stof heeft zijn eigen verspreidingspatroon. Daarnaast komen ook *diffuse* bodemverontreinigingen voor. Die komen over een groter gebied voor en worden vaak veroorzaakt door depositie (bv. zware metalen of PAK's).

Mensen kunnen op uiteenlopende wijze in contact komen met polluenten in bodem en grondwater. In tabel 5.2 wordt voor de meest voorkomende polluenten een overzicht gegeven van de belangrijkste blootstellingsroutes in woonzones.

Tabel 5.2: Belangrijkste blootstellingsroutes voor enkele veel voorkomende polluenten in bodem en grondwater in woonzones

	blootstellingsroute
zware metalen	
cadmium	eten van groenten uit eigen tuin
lood	ingestie van bodemdeeltjes
gechloreerde oplosmiddelen	
tetrachlooretheen	inademing van binnenhuislucht
trichlooretheen	inademing van binnenhuislucht
BTEX	
benzeen	inademing van binnenhuislucht
tolueen	inademing van binnenhuislucht
PAK's	
benzo(a)pyreen	eten van groenten uit eigen tuin / ingestie van bodemdeeltjes
fenantreen	eten van groenten uit eigen tuin / huidcontact met bodem
naftaleen	eten van groenten uit eigen tuin

Bron: OVAM

Als voorbeeld wordt voor twee stoffen het voorkomen van bodemverontreiniging in Vlaanderen gegeven. Figuur 5.3 geeft de verspreiding en concentratie van tetrachlooretheen in het (freatische) grondwater weer en figuur 5.4 de verspreiding en concentratie van B(a)P in de bodem.

Tetrachlooretheen is een gechloreerd oplosmiddel dat zeer vaak wordt gebruikt als ontvetter bij de metaalbewerking en voor textielreiniging. De stof is zwaarder dan water en geeft, wanneer ze in het grondwater terechtkomt, aanleiding tot vorming van zaklagen. Tetrachlooretheen is ook vluchtig en kan vanuit verontreinigd grondwater via bv. de kelder in binnenhuislucht terechtkomen. Bij afbraak kan het carcinogene vinylchloride ontstaan. In Vlaanderen werden reeds veel locaties onderzocht (figuur 5.3). Op een aantal van deze locaties werden overschrijdingen van de bodemsaneringsnorm voor grondwater vastgesteld.

Figuur 5.3: Spreiding en concentratie van tetrachlooretheen in freatisch grondwater (Vlaanderen, 2006)

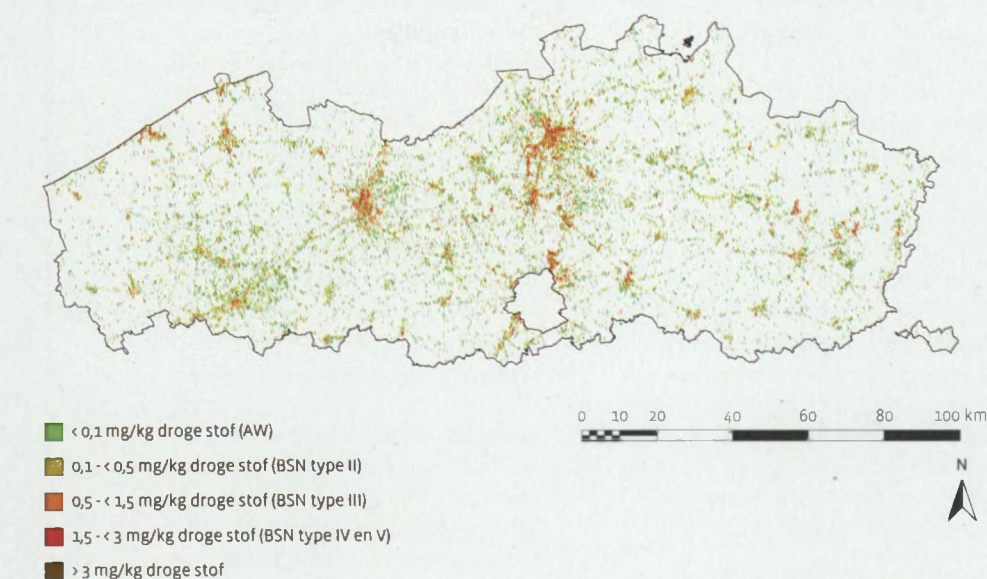


AW = achtergrondwaarde
BSN = bodemsaneringsnorm

Bron: Databank OVAM

B(a)P behoort tot de PAK's, een groep van polluenten die ontstaan bij onvolledige verbranding. Deze polluenten worden vaak als diffuse bodemverontreiniging aangetroffen, vooral in stedelijke gebieden (figuur 5.4).

Figuur 5.4: Spreiding en concentratie van B(a)P in de bodem (Vlaanderen, 2006)



AW = achtergrondwaarde
BSN = bodemsaneringsnorm

Bron: Databank OVAM

De aanpak en het beheer van verontreinigde gronden is geregeld in het Bodemsaneringsdecreet (OVAM, 2006) (zie hoofdstuk 9 Bodem). Sanering van een verontreinigde bodem kan noodzakelijk zijn omdat de gezondheidsrisico's voor de mens, de risico's voor het ecosysteem of de verspreidingsrisico's te groot zijn. Om de gezondheidsrisico's in te schatten van mensen blootgesteld aan bodemverontreiniging, wordt gebruikgemaakt van het model VLIER-HUMAAN (OVAM, 2004). Dit mathematische model houdt rekening met de relevante blootstellingsroutes.

Ontmanteling van PCB-houdende toestellen vordert goed

PCB's werden gebruikt in tal van elektrische toepassingen omwille van hun fysische eigenschappen (lage elektrische en hoge thermische geleidbaarheid, hoge chemische stabiliteit, niet-explosief, niet-corrosief). Elektrische transformatoren en condensatoren waren de belangrijkste apparaten en waren verantwoordelijk voor tweederde van de totale PCB-emissie naar lucht, water en bodem. PCB's zijn in het verleden in het milieu terechtgekomen door

lekken of verdamping, of door onoordeelkundig gebruik of vernietiging van die toestellen. PCB's breken zeer moeilijk af, kunnen dus lange tijd in het milieu verblijven en worden opgenomen door levende organismen (vooral in het vetweefsel) en *accumuleren* in de verschillende stappen van de voedselketen. Sinds 1986 is het in België verboden om PCB's en PCB-houdende apparaten op de markt te brengen. De na 1986 geproduceerde transformatoren en

condensatoren bevatten geen PCB's meer, maar alternatieve, minder schadelijke minerale oliën of siliconen. Ook zijn er zogenaamde droge transformatoren op de markt, die geven evenwel aanleiding tot meer geluidshinder.

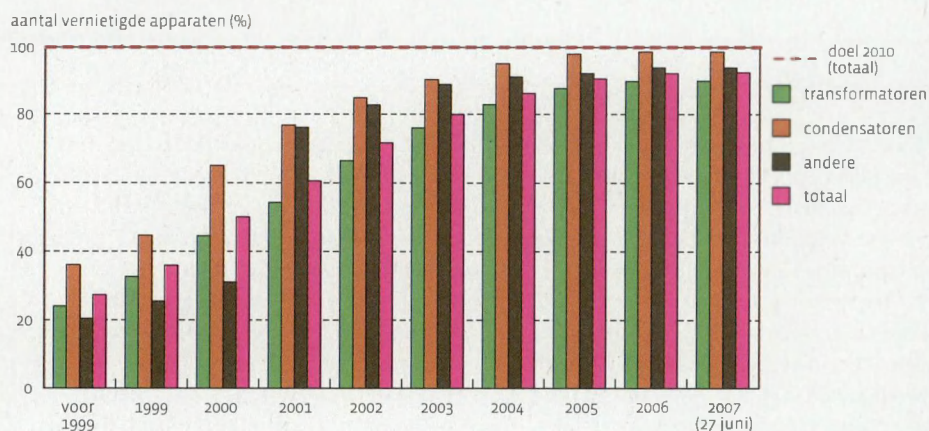
Pas sedert 1995 beschikt Vlaanderen over een volwaardige installatie voor de milieu-verantwoorde vernietiging van PCB's en is er een actief PCB-verwijderingsbeleid op gang gekomen (tussen 1986 en 1995 werden Vlaamse toestellen in het buitenland ontmanteld). Een eerste aanzet werd gegeven in het Milieubeleidsplan 1997-2001 (MINA-plan 2), met als doelstelling 60 % van de PCB-houdende toestellen te ontmantelen tegen eind 1999.

Die doelstelling werd niet gehaald en daarom werd vanaf 2000 het PCB-verwijderingsplan 2000-2005 meer geconcretiseerd. Dat afbouwplan was erop gericht alle apparaten met meer dan 1 liter vloeistof met een concentratie van meer dan 500 ppm PCB's deskundig te ontmantelen tegen een tijdstip afhankelijk van het bouwjaar van het apparaat (apparaten

gebouwd voor 1971 te vernietigen voor 31 december 2000, apparaten gebouwd voor 1972 te vernietigen voor 31 december 2001 ...). Voor 31 december 2005 dienden alle apparaten gebouwd na 1974 vernietigd te zijn. Individuele afwijkingen op die regel waren mogelijk en aldus kregen een aantal individuele bedrijven de toestemming hun apparaten volgens een afwijkend verwijderingsplan af te voeren (uitstel van een of meerdere jaren). Finaal moeten nu tegen uiterlijk 31 december 2010 alle toestellen deskundig ontmanteld of vernietigd zijn.

Onderstaande figuur geeft een overzicht van het totale aantal vernietigde apparaten t.o.v. de gekende aantallen, uitgedrukt in %. De figuur weerspiegelt de toestand op het einde van elk aangegeven jaar. In 2007 waren 92,4 % (18 890) van alle gekende apparaten (20 439) vernietigd. Er wordt verwacht dat de gecontroleerde vernietiging tegen 2010 zal afgerond zijn. Belangrijkste conclusie is dat er nu in principe geen nieuwe PCB-verontreinigingen in het milieu meer bijkomen maar dat de historische PCB-verontreiniging van water, bodem en biota nog vele jaren een probleem zal blijven.

Evolutie van de percentages vernietigde PCB-houdende apparaten ten opzichte van de gekende hoeveelheden (Vlaanderen, 1999-2007)



Milieugevaarlijke stoffen in ons drinkwater?

De opname via drinkwater kan voor de mens een belangrijke route voor blootstelling aan milieugevaarlijke stoffen zijn. Het drinkwater dat in Vlaanderen wordt geproduceerd uit grondwater en oppervlaktewater dient echter te voldoen aan strenge kwaliteitsnormen die opgenomen zijn in zowel de Vlaamse wetgeving inzake de drinkwaterkwaliteit (BVR 13 december 2002) als in de Europese Drinkwaterrichtlijn (EU 98/83). Die normen volgen de richtlijnen van de WGO (*Guidelines for drinking water quality*). In totaal worden onder de huidige wetgeving in Vlaanderen een 60-tal parameters gehanteerd om de kwaliteit van het drinkwater te garanderen. Naast een aantal microbiologische parameters werden voor een groot aantal chemische stoffen normen vastgelegd op basis van een risico-evaluatie voor humane gezondheidseffecten. De lijst bevat o.a. zware metalen, stikstofverbindingen (nitriet, nitraat, ammonium), bestrijdingsmiddelen en hun afbraakproducten, PAK's en organische micropolluenten waaronder desinfectiebijproducten, en stoffen die kunnen uitlogen uit gebruikte materialen (bv. vinylchloride) of milieupolluenten (bv. tetrachlooretheen). Het drinkwater aan de kraan bij de consument moet ten allen tijde voldoen aan de normen voor die vastgelegde parameters. Bij normoverschrijdingen worden de nodige herstelmaatregelen genomen om de kwaliteit van het drinkwater weer in orde te brengen. Met betrekking tot normoverschrijdingen is het van belang te benadrukken dat wanneer de oorzaak van de normoverschrijding te wijten is aan de toestand van de binneninstallatie (oude leidingen, vuile kranen ...), de consument zelf verantwoordelijk is voor de nodige herstelmaatregelen en dat op advies van de drinkwatermaatschappijen of de bevoegde instantie van de Vlaamse overheid (VMM Afdeling Water en Agentschap Zorg en Gezondheid-Toezicht Volksgezondheid, TOVO).

Producenten van drinkwater hebben de wettelijke verplichting om ervoor te zorgen dat het geproduceerde drinkwater ten allen tijde 'schoon en gezond' is. Daartoe dienen ze de kwaliteit van het geproduceerde water te bewaken en jaarlijks een controleprogramma, opgemaakt conform de geldende wettelijke bepalingen. De resultaten worden jaarlijks overgemaakt aan de Afdeling Water van VMM voor verdere verwerking.

Op basis van de resultaten van de controleprogramma's uitgevoerd door de verschillende drinkwatermaatschappijen in 2006 kan worden geconcludeerd dat het aantal chemische parameters waarvoor er normoverschrijdingen werden gerapporteerd, laag is. Het betreft de parameters lood, nikkel en nitriet. Overschrijdingen van de voorbeeldstoffen B(a)P en tetrachlooretheen werden niet vastgesteld. Van de gemelde normoverschrijdingen is wellicht lood het meest relevant in het kader van een mogelijke impact op de gezondheid. In totaal werden in 2006 verspreid over gans Vlaanderen zo'n 1 522 loodmetingen aan de kraan uitgevoerd waarvan er 13 (0,85 %) de loodnorm van 25 µg/l overschreden. De parameter lood wordt sterk beïnvloed door de staat van de binneninstallatie van de consument. Lood is immers in hoofdzaak afkomstig van de leidingen die gebruikt worden voor de distributie van het drinkwater. In veel woningen zijn nog oude loden leidingen aanwezig die aanleiding geven tot de verhoogde loodgehalten aan de kraan. Van de 13 gerapporteerde normoverschrijdingen werd aangetoond dat in 12 gevallen de oorzaak in de binneninstallatie lag. Op 1 locatie bleek de oorzaak te liggen bij de aanwezigheid van

een loden aansluiting op het drinkwaterdistributienet. Om het loodgehalte in drinkwater zo laag mogelijk te houden en de norm van 10 µg/l die vanaf 2013 geldt te halen, vervangen de drinkwatermaatschappijen vanuit het voorzorgsprincipe systematisch de nog resterende loden leidingen en loden aansluitingen op het drinkwaterdistributienet.

Slechts sporadisch overschrijding normen in voedingsmiddelen

Naast de milieucompartimenten lucht, bodem en water kan de mens ook via voeding blootgesteld worden aan milieugevaarlijke stoffen. Het Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen (FAVV) meet verschillende concentraties aan milieugevaarlijke stoffen in voedsel. De metingen die in 2006 voor wortelen, schorseneren, selder en prei werden uitgevoerd geven aan dat er voor de metalen cadmium (49 stalen) en lood (51 stalen) geen overschrijdingen te melden waren. Enkel bij selder werd de norm van cadmium (0,1 mg/kg) tweemaal overschreden. De metingen van cadmium (113 stalen), lood (115 stalen) en *dioxines & dioxine-achtige PCB's* (174 stalen) in het vlees van runderen en schapen gaven geen normoverschrijdingen weer. Voor die stoffen werden er wel verhoogde waarden teruggevonden in paardenvlees. Reden is de langere blootstellingstermijn van paarden aan die stoffen. Het vlees van andere diersoorten wordt ook gecontroleerd maar er werd geopteerd om hier enkel te focussen op dieren die het meest blootgesteld zijn aan het leefmilieu.

132

Voor levensmiddelen zoals brood en yoghurt bleken de meetresultaten voor lood en cadmium onder de TDI's van die stoffen te liggen.

Algemeen kan men concluderen dat de gezondheid van de mens niet in gevaar komt via de vermelde voedingsmiddelen.

Lokaal kunnen na bijvoorbeeld een ongeval/incident of door historische verontreiniging of diffuse bronnen echter wel verhoogde concentraties gemeten worden in voedingsmiddelen. Zo werden in juli 2007 nog verhoogde concentraties voor dioxines & dioxine-achtige PCB's aangetroffen op een melkbedrijf te Stabroek. De dioxineconcentratie bedroeg 4,71 pg WGO-TEQ/g vet, de concentratie van dioxine-achtige PCB's bedroeg 13,97 pg WGO-TEQ/g vet. Dit maakt een totaal van 18,68 pg WGO-TEQ/g vet in rundvlees. De Europese regelgeving (verordening 1881/2006/ EG) heeft maximumgehalten voor de groep van dioxines en voor de groep van dioxines & dioxine-achtige PCB's vastgelegd in voedingsmiddelen (tabel 5.3). Dat betekent dat in Stabroek zowel de norm voor dioxines als de norm voor dioxines en dioxine-achtige PCB's duidelijk overschreden werden. De reden van die overschrijdingen kon echter niet achterhaald worden. In de toekomst zijn er meer en betere controles nodig en zal er een protocol afgesloten worden tussen de verschillende overheidsdiensten voor een snellere en efficiëntere uitwisseling van meetresultaten.

Tabel 5.3: Maximumgehalten van dioxines en dioxines + dioxine-achtige PCB's in voedingsmiddelen (1881/2006/EG)

	dioxines	dioxines + dioxine-achtige PCB's
melk en melkproducten	3 pg/g vet	6 pg/g vet
vlees en vleesproducten van runderen en schapen	3 pg/g vet	4,5 pg/g vet

Europees chemicaliënbeleid REACH

Om mens en milieu te beschermen tegen het steeds toenemende gebruik van (synthetische) chemicaliën heeft de Europese Unie de afgelopen jaren het nieuwe chemicaliënbeleid REACH (Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen) uitgewerkt. Op 29 oktober 2003 werd een ontwerpverordening voorgesteld en op 13 december 2006 keurde het Europees Parlement de verordening goed. Daar REACH een verordening is, is die rechtstreeks en in al zijn onderdelen van toepassing in elke lidstaat van de Europese Unie. Sinds 1 juni 2007 is REACH in voege getreden.

Deze verordening beoogt een enkel geïntegreerd systeem te initiëren voor de registratie, evaluatie en autorisatie van ongeveer 30 000 chemische stoffen van de in totaal 100 000 in de EU geregistreerde stoffen. In de eerste plaats dienen de actoren (producenten en invoerders) binnen een periode van 11 jaar de betrokken stoffen te registreren (zie figuur). Stoffen die in grote volumes worden geproduceerd en erg gevaarlijke stoffen krijgen prioriteit. Onder gevaarlijke stoffen wordt verstaan: CMRs (carcinogeen, mutageen of toxisch voor voortplanting), stoffen van categorie 1 en 2, PBTs (gevaarlijke stoffen zoals gedefinieerd door de criteria voor persistentie, bioaccumulatiepotentieel en toxiciteit), vPvBs (zeer persistente en zeer bioaccumulerende stoffen) en stoffen waarvan bekend is dat ze een ernstig en onomkeerbaar effect hebben op mens en milieu, zoals bijvoorbeeld hormoon-verstorende stoffen.

Vooraleer men tot die registratie komt, kan er gebruikgemaakt worden van preregistratie. Actoren die dezelfde stoffen registreren kunnen dat samen doen.

Volgend op de registratie voorziet de REACH-verordening een proces van evaluatie van de geregistreerde stoffen. Die evaluatie, die een dossierevaluatie (toets of het individuele dossier voldoet aan de eisen van de registratie) en een stoffenevaluatie (nagaan of een bepaalde stof een risico voor de gezondheid of het milieu vormt) inhoudt, wordt uitgevoerd door het Europees Chemische Agentschap (ECHA). Voor de stoffenevaluatie wordt ook samengewerkt met de lidstaten. Ten slotte bepaalt de verordening in welke gevallen een actor over een vergunning moet beschikken voor het op de markt brengen of het eigen gebruik van bepaalde gevaarlijke stoffen. De actor kan slechts toelating krijgen indien kan worden aangetoond dat het risico adequaat onder controle kan worden gehouden, of dat de eraan verbonden socio-economische voordelen zwaarder doorwegen dan de nadelen voor milieu en gezondheid.

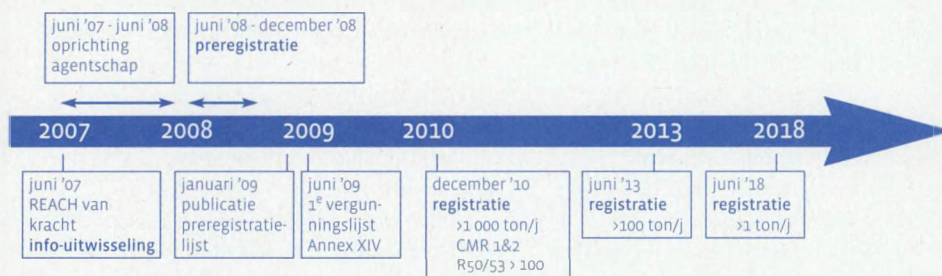
REACH heeft niet alleen betrekking op stoffen zoals metalen en basischemicaliën, maar ook op stoffen in preparaten (cement, verf, lijm en inkt) en stoffen in voorwerpen. Enkele voorbeelden zijn vlamvertragers in gebruiksvoorwerpen, kleurstoffen in kleding, lood in batterijen ...

Daar REACH een preventief instrument is, is een rechtstreeks gevolg van de verordening dat gevaarlijke chemische stoffen bij de bron worden aangepakt. Dat kan ertoe leiden dat er sneller wordt gezocht naar alternatieve stoffen. Vervolgens zal ook de wetenschappelijke kennis omtrent effecten van chemische stoffen op de gezondheid en het milieu toenemen. De grootste innovatie van REACH is de omdraaiing van de bewijslast. Voorheen was het de taak van de overheden om aan te tonen of een stof schadelijk was voor de mens en het milieu. Nu is het aan de producent of invoerder om de eigenschappen van de producten in kaart te brengen. Een nadeel van REACH is de kostprijs voor de producent. Er werd echter

aangetoond dat dit kostenplaatje niet opweegt tegen de vele voordelen voor milieu, gezondheid, arbeidsveiligheid en innovatie die de uitvoering van REACH met zich meebrengt.

Uit enkele enquêtes in Vlaanderen blijkt dat voornamelijk de grotere bedrijven goed op de hoogte zijn van de registratieverplichtingen en dan ook volop bezig zijn met de voorbereidingen daarop. Verder downstream in de productketen is de kennis omtrent de registratieverplichting minder groot. Die zal worden verbeterd door de communicatie aan te scherpen en door gebruik te maken van sensibilisatiecampagnes en vormingssessies.

Chronologische weergave van de REACH-verplichtingen



Bron: <http://economie.fgov.be/reach.htm>, <http://ecb.jrc.it/reach>

5.2 Milieugevaarlijke stoffen in de mens

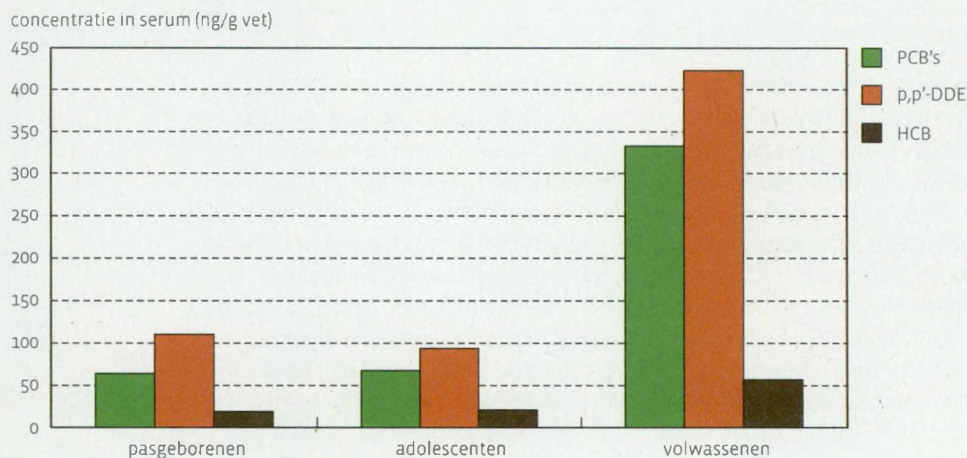
Nadat in het eerste deel van dit hoofdstuk een schets werd gegeven van de verontreinigingen in de milieucompartimenten en van de verschillende blootstellingsroutes, wordt in dit gedeelte verder ingegaan op de aanwezigheid van stoffen in de mens. Daarbij wordt gefocust op het effect van leeftijd, de tijdsevolutie en de geografische variatie. Verder wordt de relatie met enkele gezondheidseffecten besproken. Zo wordt de impact van milieuvervuiling op de mens opgevolgd door het meten van schadelijke stoffen in lucht, water, bodem en voeding. Langs de verschillende blootstellingsroutes komen die pollutanten terecht in de mens. Daarom werd in het kader van het Steunpunt Milieu en Gezondheid in 2002 gestart met het opstellen van een Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (VHBP) dat de aanwezigheid van schadelijke stoffen in de mens meet aan de hand van biomerkers voor blootstelling en voor gezondheidseffecten. Die *biomerkers* kunnen worden gemeten in bloed, urine, moedermelk en vetweefsel. *Blootstellingsbiomerkers* geven weer welke

concentraties aan specifieke vervuilende stoffen in de mens worden teruggevonden. *Effectbiomerkers* zijn een maat voor gezondheidseffecten.

Aanwezigheid van persistente stoffen neemt toe met de leeftijd

De meeste persistente, milieugevaarlijke stoffen zijn vetoplosbaar en accumuleren in vetweefsel van mens en dier. Ze stapelen op in de voedselketen en zijn daar moeilijk uit te verwijderen. Bijgevolg hebben oudere individuen hogere concentraties van die stoffen in hun lichaam dan jongere. In het VHBP werden polluenten in de mens gemeten in drie verschillende leeftijdsgroepen: pasgeborenen (navelstrengbloed), adolescenten (14-15 jaar) en volwassenen (50-65 jaar) (Steunpunt Milieu en Gezondheid, 2006). De accumulatie van persistente polluenten zoals PCB's, HCB, en het DDT-afbraakproduct p,p'-DDE met de leeftijd was zichtbaar in de meetresultaten (figuur 5.5). Vele van die stoffen kunnen door de placentabarrière waardoor de gemeten waarden in het navelstrengbloed afhankelijk zijn van de gehalten van die stoffen in het bloed van de moeder. Dat verklaart de gelijkaardige waarden bij de pasgeborenen en de adolescenten. Ook in de vierde moedermelkcampagne van de Wereldgezondheidsorganisatie (WGO), waar de leeftijd van de moeders varieerde tussen 18 en 30 jaar (gemiddelde leeftijd: 26 jaar), nam het gemiddeld gehalte aan PCB's, HCB en p,p'-DDE toe met respectievelijk 6 %, 4 % en 7 % bij een stijging van de gemiddelde leeftijd met 1 jaar (Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid, 2007).

Figuur 5.5: PCB's, p,p'-DDE en HCB in het navelstrengserum van pasgeborenen en in het serum van adolescenten (14-15-jarigen) en volwassenen (50-65-jarigen) uit het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (Vlaanderen, 2006)



Bron: Steunpunt Milieu en Gezondheid (2006)

Dalende trend van milieugevaarlijke stoffen in de mens

Vergelijking van recente resultaten met bevindingen van eerdere studies toont aan dat voor sommige polluenten doorheen de jaren een daling in gemeten gehalten in de mens is waar te nemen. In 1999 werden in een pilootproject voor het VHBP polluenten

gemeten bij 200 niet-rokende vrouwen tussen 50 en 65 jaar uit Peer, Wilrijk en Hoboken (Koppen et al., 2002). De in 2004 bekomen gemiddelde waarde voor p,p'-DDE bij vrouwen uit dezelfde leeftijdsgroep in de agglomeratie Antwerpen ligt opvallend lager dan die bij de vrouwen uit de pilootstudie in dezelfde regio (tabel 5.4). Ook voor PCB's, HCB en cadmium in het bloed liggen de waarden uit het VHBP lager dan in het pilootproject.

Tabel 5.4: Gemiddelde concentratie bij 50- tot 65-jarige vrouwen in de agglomeratie Antwerpen uit het Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma (2004) in vergelijking met de Antwerpse gemeenten Wilrijk en Hoboken uit de pilootstudie humane biomonitoring in 1999

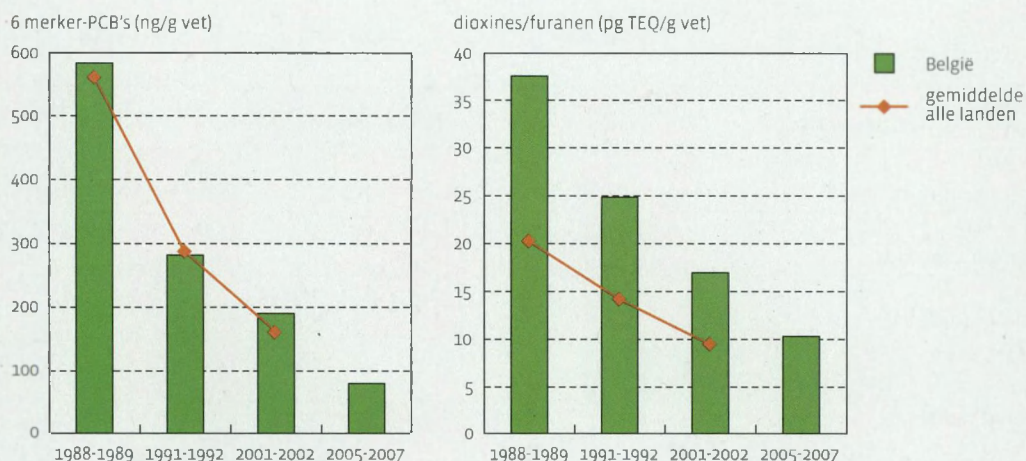
biomarker	1999 (n=100)	2004 (n=76)
6 merker PCB's (ng/g vet)	417	305
p,p'-DDE (ng/g vet)	911*	409
HCB (ng/g vet)	125*	75
bloed lood (µg/L)	35,3	35,3
bloed cadmium (µg/L)	0,63	0,38
urinair cadmium (µg/g creatinine)	0,81	0,71

* metingen in gepoolde stalen (mengstalen van 3-5 vrouwen)

Bron: Steunpunt Milieu en Gezondheid (2006), Koppen et al. (2002)

De dalende trend is ook duidelijk aanwezig in de resultaten voor PCB's en dioxines van de verschillende WGO-moedermelkcampagnes (figuur 5.6). Hoewel de Belgische mengstalen van de vorige campagnes minder gebiedsdekkend waren en nu in alle provincies werd bemonsterd, daalde de som van 6 merker-PCB's van 200 ng/g vet in 2001 tot 80 ng/g vet in 2006. Ook de dioxines/furanen namen af van ca. 17 pg WGO₁₉₉₈-TEQ/g vet in 2001 naar 10 pg WGO₁₉₉₈-TEQ/g vet in 2006. In 2001 lagen de Belgische waarden voor die stoffen echter wel boven de gemiddelde waarde voor alle deelnemende landen. Een vergelijking met andere deelnemende landen is voor deze vierde WGO-campagne nog niet mogelijk omdat de studie nog niet is afgerond in de andere landen. Naast dioxines en PCB's werd het Belgische mengstaal in deze campagne ook geanalyseerd op aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen, meer geavanceerde POP's zoals vlamvertragers en nieuwere stoffen zoals musks. Opvallend was dat de meeste organochloorbestrijdingsmiddelen die 25 tot 30 jaar geleden werden verboden nu niet meer of nauwelijks werden teruggevonden in de moedermelk van moeders geboren in die periode. P,p'-DDE lag bij alle onderzochte moeders echter boven de kwantificatielimiet van 10 ng/g vet.

Figuur 5.6: Gehalten aan merker-PCB's en dioxines/furanen in moedermelk geanalyseerd in de vier opeenvolgende WGO-moedermelkcampagnes (België, 1988-2007)



Bron: Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid (2007)

Getroffen *beleidsmaatregelen* zoals het verminderen van de dioxine-uitstoot door naverbranding en het plaatsen van rookgaszuiveringsinstallaties, het inzamelen van PCB's-bevattende apparaten en het verbod op gebruik en productie van schadelijke bestrijdingsmiddelen zijn merkbaar in de dalende trend van deze langetermijnblootstellingmerkers in de mens. De gehalten aan kortetermijnblootstellingmerkers zoals afbraakproducten van PAK's, en de zware metalen lood en cadmium blijven echter op gelijke hoogte.

Biomonitoringswaarden vertonen geografische variatie

Zowel in het VHBP als in de WGO-moedermelkcampagne werden statistisch significante verschillen gevonden in gemiddelde biomerkerwaarden van diverse geografische gebieden. Een van de opvallendste vaststellingen uit het VHBP is dat in de landelijke gebieden, welke subjectief als een weinig vervuilde regio worden beschouwd, de meeste biomerkerwaarden voor de drie leeftijdsgroepen verhoogd zijn ten opzichte van het respectievelijke referentiegemiddelde voor de acht gebieden samen (tabel 5.5) (Steunpunt Milieu en Gezondheid, 2006). Studies naar mogelijke verklaringen voor die geografische verschillen worden momenteel opgestart via het 'faseplan' (zie verder).

Tabel 5.5: Gemiddelde meetwaarden van de biomerkers in navelstrengbloed van pasgeborenen, bloed en urine van adolescenten (14-15 jaar) en volwassenen (50-65 jaar) uit het landelijke gebied (L) geëvalueerd t.o.v. het populatiegewogen referentiegemiddelde van de leeftijdsgroep (R)

biomarker	pasgeborenen		14-15 jaar		50-65 jaar	
	L	R	L	R	L	R
dioxines (serum: pg Calux TEQ/g vet) *	30 !	23			21,0	19,2
PCB's (serum: ng/g vet) **	83,7 !	64,4	80 !	68	383 !	333
p,p'-DDE (serum: ng/g vet)	175 !	110	142 !	94	549	423
HCB (serum: ng/g vet)	29,2 !	18,9	22,4 !	20,9	61,1	56,9
bloed lood (µg/L)	13,1	14,7	21,5	21,7	42,8	39,6
bloed cadmium (µg/L)	0,24	0,21	0,45 !	0,36	0,33	0,42
urinair cadmium (µg/g creatinine)					0,54	0,62
PAK-merker (urinair 1-hydroxy-pyreen ng/g crt)			75	88	152	147
benzeenmerker (urinair t,t-muconzuur µg/g crt)			71	72	75	85

- rood: significant hoger dan het referentiegemiddelde van de leeftijdsgroep
- groen: significant lager dan het referentiegemiddelde van de leeftijdsgroep
- wit: geen significant verschil met het referentiegemiddelde van de leeftijdsgroep
- grijs: niet gemeten in deze campagne
- !' meer dan 10 % meetwaarden boven de referentie P90

* Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/g vet) bij pasgeborenen bevatten dioxines en furanen en dioxine-achtige PCB's (BDR-Calux). Dioxine-achtige stoffen (pg Calux TEQ/ g vet) bij volwassenen bevatten dioxines en furanen (XDS-Calux).

** merker PCB's (som van 138, 153 en 180) in serum (ng/g vet)

Alle merkers werden gecorrigeerd voor leeftijd, geslacht (niet bij moeders) en roken; dioxine-achtige stoffen, PCB's, p,p'-DDE en HCB werden ook gecorrigeerd voor BMI.

Bron: Steunpunt Milieu en Gezondheid (2006)

Relatie tussen de milieuconcentratie, blootstelling en effect

Naast gehalten aan milieugevaarlijke stoffen werden bij de deelnemers van het VHBP ook merkers gemeten of bevraagd voor gezondheidseffecten zoals immunologische respons, hormoonhuishouding en DNA-schade. Tussen beide werden significante verbanden gevonden. Op basis van die gegevens kan echter geen uitspraak worden gedaan over de oorzakelijkheid van de verbanden. Er kan namelijk niet worden uitgesloten dat andere, niet onderzochte parameters een rol spelen in de relatie tussen blootstelling en effect.

Blootstellingsmerkers en immunologische respons

In het VHBP werd bij personen met verhoogde concentraties van lood en cadmium in het bloed ook meer astma en hooikoorts aangetroffen. Dat wijst op een mogelijke versterking van de immunologische respons door die zware metalen. Daarnaast werd een negatieve correlatie vastgesteld tussen de PCB-waarden in het bloed en hooikoorts. Dezelfde bevindingen werden gerapporteerd in de jongerencampagne van 1999 (Van Den Heuvel et al., 2002). Dat is mogelijk te verklaren door de immuno-onderdrukkende eigenschappen van die polluenten, daar waar allergieën het gevolg zijn van overstimulatie van het afweersysteem.

Blootstellingsmerkers en hormoonhuishouding

In het VHBP werd een verband gevonden tussen hogere gehalten aan HCB, PCB's en p,p'-DDE in het bloed en een snellere seksuele ontwikkeling bij 14- tot 15-jarige jongens. Bij meisjes bleken hoge loodconcentraties in het bloed geassocieerd te zijn met een vertraging van de seksuele ontwikkeling. Moeders met hoge gehalten aan PCB's, dioxine-achtige stoffen en HCB in het navelstrengbloed vermeldten meer gebruik van vruchtbaarheidsbehandeling. Dat past in de gangbare hypothese dat die stoffen endocriene verstoorders zijn. Bij moeders met hogere dioxinegehalten in het navelstrengbloed bleken minder miskramen voor te komen. Daarvoor is nog geen hypothese geformuleerd. Volwassen diabetici hadden hogere serumwaarden voor PCB's en HCB dan deelnemers zonder diabetes. De relatie tussen diabetes en PCB's werd reeds gerapporteerd in de literatuur, zowel in België als in internationale studies.

Blootstellingsmerkers en DNA-schade

Bij adolescenten was er een positief verband tussen de loodconcentratie in het bloed en herstelbare DNA-schade. De merker voor DNA-herstel (8-hydroxy-deoxyguanosine) was verhoogd bij volwassenen met een hogere PAK-belasting van het lichaam. Ook was bij die leeftijdsgroep de tumormarker voor darm-, pancreas- en leverkanker (CEA) gecorreleerd met hogere waarden van lood in bloed en van cadmium en de PAK-merker in urine. Mannen met hogere waarden voor de prostaatkankermarker (PSA) hadden een hogere cadmiumconcentratie in de urine dan mannen met lagere PSA-waarden. In de literatuur zijn gegevens voorhanden die een verband leggen tussen blootstelling aan cadmium en prostaatkanker en tussen hogere inwendige blootstelling aan cadmium en hogere PSA-waarden.

Gecombineerde effecten van milieugevaarlijke stoffen

Het is weinig waarschijnlijk dat gezondheidseffecten eenduidig zijn toe te schrijven aan een bepaalde polluent. De verschillende milieugevaarlijke stoffen waaraan het menselijke lichaam wordt blootgesteld zullen een gecombineerde invloed hebben op de gezondheid waarbij ze elkaar kunnen versterken of tegenwerken. Er is slechts weinig wetenschappelijke kennis over dat zogenaamde cocktaileffect.

Luchtconcentraties van milieugevaarlijke stoffen en hun gehalte in de mens

Omdat de buitenluchtkwaliteit in Vlaanderen ook regionale verschillen vertoont en inademen voor bepaalde pollutanten een belangrijke blootstellingsroute is, werden mogelijke verbanden tussen in de mens gemeten blootstellingsmerkers en effectmerkers en gemodelleerde buitenluchtconcentraties onderzocht. Uiteraard dient daarbij opgemerkt te worden dat afhankelijk van de pollutent de buitenlucht niet, onrechtstreeks of rechtstreeks de gemeten blootstellingsmerkers en de effectmerkers kan beïnvloeden. Zo zullen voor minder verkeersgebonden vervuilende stoffen vooral de blootstellingsroutes zoals bodem, voeding en drinkwater van belang zijn. Het onderzoek naar de relatie tussen luchtconcentraties en de vastgestelde biomarkerresultaten is slechts een eerste stap in het geïntegreerd interpreteren van de meetresultaten.

Het koppelen van buitenluchtconcentraties van pollutanten aan de gehalten en effecten ervan gemeten in de mens is niet eenvoudig. In het ideale geval zou men elke gemeten biomarkerwaarde moeten kunnen koppelen aan de buitenluchtconcentratie van de desbetreffende stof gemeten in een meetstation in de omgeving van de woonplaats van de deelnemer. Het VMM-metnet is daarvoor echter niet gebiedsdekkend genoeg en door de opstelling van de meetstations dichtbij de vervuilingbronnen geven de meetgegevens bovendien geen correcte weergave van de concentraties waaraan de bevolking dagdagelijks wordt blootgesteld. Een oplossing zou het gebruik van gemodelleerde luchtconcentraties kunnen zijn. Dat werd nagegaan in een pilootstudie in opdracht van de dienst Milieu & Gezondheid van het Departement LNE (Koppen et al., 2007). Daarbij werden biomarkerwaarden gemeten in de jongeren van het VHBP gekoppeld aan gemodelleerde buitenluchtconcentraties van een selectie van milieugevaarlijke stoffen. Op basis van die gemodelleerde luchtconcentraties werden voor iedere jongere gepersonaliseerde luchtconcentraties bepaald op basis van de woonplaats, de plaats van de school en de tijdsbesteding. Als biomerkers voor blootstelling werden lood in bloed, cadmium in bloed en urine, de PAK-merker 1-OH-pyreen in urine, en de benzeenmerker t,t'-muconzuur in urine geselecteerd. De biomerkers van effect waren herstelbare DNA-schade gemeten in bloed, en de bij de jongeren bevraagde parameters 'huidig astmasymptomen', 'astma vastgesteld door een arts' en 'ooit astmasymptomen'.

De koppeling van de gepersonaliseerde luchtconcentraties van lood, cadmium, benzeen en B(a)P (gidsstof voor PAK's) met de overeenkomstige waarden gemeten in bloed en urine van de jongeren leverde geen of slechts zeer zwakke correlaties op. Dat kan worden verklaard doordat enkel buitenluchtkwaliteit werd bekeken en andere blootstellingswegen zoals binnenhuisluchtkwaliteit en voeding niet werden beschouwd.

Voor de effectbiomerkers werd echter vastgesteld dat benzeen, B(a)P en primair PM₁₀ en PM_{2,5} positief waren geassocieerd met de herstelbare DNA-schade. Tevens werd een hoog significant verband gevonden tussen 'astma vastgesteld door een arts' en 'ooit astmasymptomen' en de gemodelleerde concentraties benzeen en NO_x. De gemodelleerde verkeersgebonden pollutanten konden dus in verband worden gebracht met gezondheidsparameters.

Daarmee wordt geen uitspraak gedaan over de oorzakelijkheid van de vastgestelde verbanden. Andere, niet onderzochte polluenten en blootstellingsroutes (zoals bijvoorbeeld voeding) kunnen eveneens een zeer belangrijke rol spelen in de vastgestelde verbanden.

Perceptieonderzoek verbreedt de kijk op milieuproblemen

Waarom risicoperceptieonderzoek?

Een van de belangrijkste problemen van traditionele risicocommunicatie is de ontkenning van de relevantie van percepties. Wederzijds begrip is noodzakelijk om vertrouwen te creëren dat nodig is om problemen die niet alleen wetenschappelijk maar ook maatschappelijk complex zijn te beteugelen. Kennis van niet-wetenschappers kan bovendien een bijdrage leveren aan problemen waar de wetenschap geen eenduidige antwoorden heeft, zij het door wetenschappelijke onzekerheid, onwetendheid of verschil van mening.

Risicoperceptie en humane biomonitoring

Binnen het Steunpunt Milieu en Gezondheid bestond de mogelijkheid perceptievragen te koppelen aan andere vragenlijsten voor de deelnemers aan de humane biomonitoring (ruim 4 000). Risicoperceptieonderzoek door middel van vragenlijsten geeft een interessante kijk op de percepties van respondenten, maar heeft ook beperkingen, hoofdzakelijk door de afwezigheid van interactie tussen respondenten over hun opinies en tussen onderzoekers en respondenten. Percepties krijgen juist vorm in sociaal verband en zijn dynamisch. Bovendien kan in een vragenlijst enkel oppervlakkig worden gepeild: vertrouwdheid en ervaring met de materie, achterliggende visies of drijvende krachten achter de houdingen en opvattingen blijven blinde vlekken.

Resultaten

Lokaal milieuprobleem?

Minder dan de helft van alle respondenten geeft aan dat er sprake is van een milieuprobleem in de woonomgeving: 32 % van de jongeren, 37 % van de moeders van pasgeborenen en 45 % van de oudere volwassenen. Het grootste deel veronderstelt geen lokale milieuproblemen: 68 % van de jongeren, 57 % van de moeders van pasgeborenen en 47 % van de oudere volwassenen. Dit verschilt duidelijk per regio (bij moeders en oudere volwassenen). Het valt op dat vooral in landelijk gebied en in de fruitstreek moeders minder vaak aangeven dat er sprake is van een milieuprobleem, terwijl in havengebied meer moeders aangeven dat er wel sprake van een milieuprobleem is. Bij de volwassenen worden weinig milieuproblemen verondersteld in landelijk gebied en veel in havengebied en rond verbrandingsovens. Respondenten die vinden dat er sprake is van een milieuprobleem in de woonomgeving zijn vooral ongerust over de gezondheidsgevolgen: 44 % van de jongeren, 78 % van de moeders en 60 % van de ouderen. De meeste deelnemers (die stellen dat er een milieuprobleem is) noemen vervolgens ook een specifiek milieuprobleem bij naam. Voor een belangrijk deel wordt verwezen naar luchtvervuiling, uitlaatgassen en naar bestrijdingsmiddelen. Wanneer men een bron van vervuiling noemt, dan wordt opvallend vaak naar bedrijven gewezen en in mindere mate naar verkeer en particulieren (Keune H. et al., 2005-2006).

Gezondheidsklachten?

Slechts een klein aantal respondenten (3 % van de adolescenten, 5 % van de moeders en 10 % van de volwassenen) legde daadwerkelijk een verband tussen de eigen gezondheidsklachten en specifieke milieuproblemen. Een reden daarvoor zou kunnen zijn dat een verband tussen milieuvervuiling en gezondheidsklachten niet eenvoudig te leggen is: het gaat om een zeer complexe problematiek. Wie gezondheidsklachten benoemde, verwees onder andere naar luchtwegenproblemen (in relatie met milieuvervuiling).

Vertrouwen, verantwoordelijkheid en participatie

Drie hoofdgroepen tekenen zich af als het gaat om vertrouwen in informatiekanaal

inzake milieuproblemen: het meeste vertrouwen heeft men in huisartsen, wetenschappers en milieuorganisaties. Matig vertrouwd worden overheden en de media. Vervuilers en politici genieten weinig vertrouwen. De meeste respondenten zijn van mening dat de veroorzaker van het aanwezige milieuprobleem moet instaan voor een oplossing. De overheid wordt als tweede verantwoordelijke gezien. Ten slotte is bij alle leeftijdsgroepen de paradox aanwijsbaar tussen het grote belang dat gehecht wordt aan de betrokkenheid van de bevolking bij de ontwikkeling van milieubeleid en de geringe bereidheid om daar zelf aan deel te nemen. Gebrek aan tijd wordt als belangrijkste reden aangevoerd.

Het faseplan als antwoord van het beleid

In tegenstelling tot milieumeetgegevens zijn humane biomonitoringsgegevens moeilijk direct te vertalen in concrete beleidsmaatregelen, omwille van de integratie van externe milieufactoren en persoonsgebonden eigenschappen zoals levensstijl, hobby's, woonomstandigheden enz. Het gebruik van humane biomonitoringsresultaten als beleidsinstrument vereist dus heel wat extra kennis en discussie. In dit kader werd een 'faseplan' uitgewerkt (Koppen et al., 2005). Dat faseplan gaat op een onderbouwde manier om met de veelheid en complexiteit van de ter beschikking komende biomonitoringsdata. Het moet tevens toelaten om de gezondheidskundige ernst van de gevonden signalen te evalueren, de oorzaken op te sporen en indien nodig beleidsvoorstellen en -acties uit te werken.

Het faseplan bestaat uit een voorfase en vier opeenvolgende fasen:

- voorfase: vaststellen en selecteren van overschrijdende biomerkerwaarden;
- fase I: evalueren van geselecteerde overschrijdingen naar gezondheidskundige ernst en prioriteiten;
- fase II: opzoeken van oorzaak en bron van de prioritaire overschrijdingen en opstellen plan van aanpak;
- fase III: uitvoeren plan van aanpak;
- fase IV: evaluatie plan van aanpak.

De fasen van het plan worden doorlopen met de onderzoekers van het Steunpunt Milieu en Gezondheid, in combinatie met een panel van externe deskundigen uit verschillende vakgebieden en met een jury, samengesteld uit onder meer vertegenwoordigers van maatschappelijke groepen. Het betrekken van een jury kadert in het inherent multidisciplinair karakter van het milieu- en gezondheidsonderzoek. Experts zijn vaak enkel

specialist in bepaalde deelaspecten van milieu- en gezondheidsproblemen en/of de beleidsmatige en/of maatschappelijke aspecten daarvan. Het consulteren van een jury bestaande uit maatschappelijke groepen heeft als doel al die experteninzichten te evalueren in een breder kader. Een transparant en gedragen proces wordt nagestreefd. Alle reeds goedgekeurde documenten van het faseplan zijn raadpleegbaar via de website van het steunpunt (www.milieu-en-gezondheid.be).

In 2006 werd in het kader van de beleidsvertaling van de humane biomonitoringresultaten van start gegaan met een pilootproject rond de verhoogde p,p'-DDE-gehalten gemeten in de landelijke gebieden en in de Albertkanaalzone. P,p'-DDE is een restproduct van DDT, een bestrijdingsmiddel dat in België al ruim dertig jaar verboden is. Dit pilootproject had niet enkel tot doel de oorzaak en de bron van de p,p'-DDE-afwijkingen te achterhalen maar ook het concept faseplan te evalueren en indien nodig aan te passen. Expert- en juryrondes werden doorlopen, waarna een samenvattend beleidsdocument aan de minister werd voorgelegd. Dat document bevatte een aantal beleidsaanbevelingen en voorstellen voor concrete beleidsacties; twee daarvan werden door de minister goedgekeurd voor uitvoering: (1) organiseren van een inzamel- en sensibilisatieactie m.b.t. bestrijdingsmiddelen, (2) verder onderzoek naar de huidige en historische opnameroute van DDT.

De eerste actie, het organiseren van een inzamel- en sensibilisatieactie rond bestrijdingsmiddelen, werd midden september 2007 gestart. De inzamelactie is een onderdeel van een grote sensibilisatiecampagne onder de naam 'Zonder is gezonder' om het bestrijdingsmiddelengebruik in gezinnen te verminderen. De tweede actie bestaat uit een telefonische enquête bij 300 deelnemers van de humane biomonitoringscampagne in de landelijke gebieden en de Albertkanaalzone. Aan de hand van de resultaten van de enquêtes, die beschikbaar zullen zijn in het najaar van 2007, zal worden getracht de oorzaak van de DDE-verhoging in de desbetreffende aandachtsgebieden verder te achterhalen.

Op basis van de praktische ervaring opgedaan bij het p,p'-DDE-faseplan, werd het concept faseplan geoptimaliseerd. Daarna werd het faseplan gestart voor de andere humane biomerkerresultaten, waaronder de verhoging van de organische polluenten in de landelijke gebieden. Eind 2007 moet fase I afgerond zijn, zodat voor de geselecteerde prioritaire verhogingen kan worden gestart met het opzoeken van de oorzaak en/of bron en het opstellen van het plan van aanpak. Die fase moet afgerond worden eind 2008.

In het kader van het tweede Steunpunt Milieu en Gezondheid (2007-2011) worden humane biomonitoring en het faseplan verder gezet. Bovendien zal de Vlaamse Humane Biomonitoringscampagne een van de voorbeelden zijn bij de uitwerking van een Europese biomonitoringscampagne.

Meer informatie over *Verspreiding van VOS, POP's, Bestrijdingsmiddelen en Zware metalen, Bodem en Milieu, mens & gezondheid* op www.milieurapport.be.



Referenties

Goelen E., De Brouwere K., Koppen G., Spruyt M. & Torfs R. (2007) Onderzoek naar de invloed van het voorkomen van milieugevaarlijke stoffen in de buitenlucht op de kwaliteit van de binnenomgeving, deel 1: Kinderen, Nederlandstalige samenvatting, VITO rapport 2007/MIM/R/024.

Keune H., Nulens G., Loots I. & Goorden L. (2005) Wat denkt u over Milieu & Gezondheid? Resultaten perceptievragenlijst biomonitoring-campagne pasgeborenen 2002/2004, Steunpunt Milieu & Gezondheid.

Keune H. & Loots I. (2006) Wat denkt u over Milieu & Gezondheid? Resultaten perceptievragenlijst biomonitoring-campagne adolescenten 2003/2004, Steunpunt Milieu & Gezondheid.

Keune H., Morrens B. & Loots I. (2006) Wat denkt u over Milieu & Gezondheid? Resultaten perceptievragenlijst biomonitoring-campagne volwassenen 2004/2005, Steunpunt Milieu & Gezondheid.

Koppen G. et al. (2002) Persistent organichlorine Pollutants in human serum of 50-65 years old women in the Flanders Environmental and Health Study (FLEHS).

Koppen G., Keune H., Casteleyn L., Wildemeersch D., Aerts D. & Schoeters G. (2005) Actieplan Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma, in opdracht van de Vlaamse Overheid, VITO rapport 2005/TOX/R/066.

Koppen G. et al. (2007) Afstemmen van milieumeetnetten en -meetstrategieën op het biomonitoringsprogramma, uitgevoerd in opdracht van de dienst

Milieu & Gezondheid van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie.

Nationale Cel Leefmilieu en Gezondheid (2007) POP's in moedermelk: Belgische resultaten anno 2006, VITO rapport 2007/TOX/R/019.

Steunpunt Milieu en Gezondheid (2006) Vlaams Humaan Biomonitoringsprogramma Milieu en Gezondheid 2002-2006, www.milieu-en-gezondheid.be.

Van Den Heuvel R. et al. (2002) Immunologic biomarkers in relation to exposure markers of PCBs and dioxins in Flemish adolescents (Belgium). *Environmental Health Perspectives* 110: 595-600.

VMM (2007) Luchtkwaliteit in het Vlaamse Gewest. Jaarverslag Immissiemeetnetten, kalenderjaar 2006.

Lectoren

Lieven Bervoets, Departement Biologie, Ecofysiologie, Biochemie en Toxicologie, UA

Pierre Biot, Geert Raeymaekers, Bart Verhagen, DG Leefmilieu, FOD VVVL

Tim Blockx, Anneleen De Smedt, Minaraad

Karen Callebaut, ARCADIS Ecolas

Els De Brabanter, Marjory Desmedt, VMM

Toon De Kesel, Innogenetics nv

Isabel Dobbelaere, WES vzw

Chris Dutry, Gezinskrant De Bond

Nadia Fahsi, Agoria Metalen & Materialen

Leo Goeyens, Vincent Hanot, WIV

Gwen Huyge, Electrabel nv

Peter Jaeken, Phytofar vzw

Gudrun Koppen, Greet Schoeters, Mai Wevers, VITO

Jan Kretzschmar, Departement
Toegepaste Biologische Wetenschappen,
UA

Bart Naessens, Mirka Van der Elst,
Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer,
Milieu & Gezondheid, Departement LNE

Vera Nelen, PIH

Etienne Noël, IPHB

Robert Nuyts, Haskoning Belgium

Paul Schreurs, IWT

Herlinde Smet, Medisch
Milieudeskundige bij Logo Stad
Antwerpen

Ann Top, Shanks Vlaanderen nv

Greet Van Kersschaever, Academisch
Centrum voor Huisartsgeneeskunde,
K.U.Leuven

Jeroen Van Looy, Afdeling Milieu-
Natuur- en Energiebeleid, Departement
LNE

Johan Vanerom, Bond Beter Leefmilieu
Vlaanderen vzw

Christine Vinckx, DG Dier, Plant en
Voeding, FOD VVVL

6

Hoofdlijnen

- Het stiller worden van de individuele voertuigen onder druk van Europese normen heeft de blootstelling en hinder door geluid de laatste jaren niet doen afnemen.
- Er is nog potentieel voor verlaging van de blootstelling aan wegverkeersgeluid door o.a. stillere banden, stiller wegdekbeleid, stiller openbaar vervoer.
- In Vlaanderen is 27 % van de bevolking potentieel gehinderd door geur van wegverkeer. 11 % van de totale oppervlakte in Vlaanderen is geurbelast door wegverkeer.
- Geurhinder door verkeer wordt momenteel indirect beïnvloed door emissiebeperkende maatregelen die internationaal en Europees gestuurd worden.
- De wegverlichting in Vlaanderen zorgt bij benadering voor genoeg licht om het hele Vlaamse grondgebied te verlichten tot ongeveer 3 keer het vollemaanniveau.
- Gebruik van goede producten, een goed ontwerp in functie van de omgeving, een correcte installatie en een regelsysteem dat de juiste hoeveelheid licht op het wegdek straalt of het doven van de verlichting, kunnen lichthinder beperken.

Hinder

Verschillende wegen voor aanpak van hinder door wegverkeer

Dick Botteldooren, Luc Dekoninck, Timothy Van Renterghem, Vakgroep

Informatietechnologie, UGent

Griet Philips, Toon Van Elst, PRG Odournet nv

Paul Van Tichelen, Energietechnologie, VITO

Karliën De Roo, Herman Van Langenhove, Vakgroep Organische Chemie, UGent

Myriam Bossuyt, MIRA, VMM

Inleiding

Hinder door geluid, licht en geur heeft een grote invloed op de leefbaarheid in het dichtbevolkte Vlaanderen. Uit het schriftelijk leefomgevingsonderzoek (SLO-1) blijkt dat wegverkeer een belangrijke bron van verstoring is. Lawaai door wegverkeer staat op de derde plaats (na verkeersdrukke en veiligheid) waarom men zijn eigen buurt niet zou aanraden aan familie en vrienden. In 2004 was 11,7 % ernstig tot extreem gehinderd door geluid van straatverkeer en 3,1 % ernstig tot extreem gehinderd door geur van straatverkeer. Iets meer dan 1 op 3 van de ernstig tot extreem geur-gehinderden door transport meent ook dat de geur schadelijk zou kunnen zijn voor de gezondheid. Bij lichthinder blijkt 1,4 % ernstig tot extreem gehinderd wordt door de wegverlichting, de belangrijkste bron van lichthinder. Daarenboven zegt 1,4 % van de bevolking elke nacht wakker te worden door geluid van straatverkeer (AMINABEL, 2004).

Wegverkeer is zeker niet de enige bron van hinder, maar omdat het een belangrijke bron is in Vlaanderen wordt in deze tekst eerst de algemene situatie van geluidshinder, geurhinder en lichthinder door wegverkeer bekeken. Daarna beschrijven we een selectie van de mogelijke maatregelen die ter bestrijding van die vormen van hinder kunnen worden genomen. Aangezien maatregelen elkaar soms overlappen worden ze niet volgens type hinder besproken. We bespreken maatregelen voor het wagenpark, de infrastructuur en de ruimtelijke ordening. De effecten van rijstijl, verkeersmanagement en weginrichting op de geluidshinder en de (nieuwe) concepten van geluidslandschappen, stiltegebieden en stedenbouwkundige planning, zijn uitgewerkt in afzonderlijke kaderteksten.

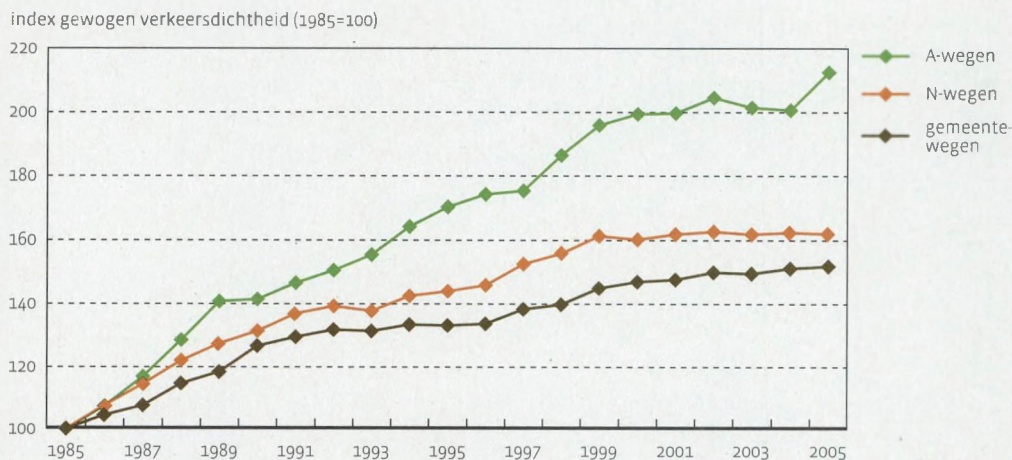
6.1 Hinder door wegverkeer

Lawaai door wegverkeer, een continue strijd om de groeiende mobiliteit te compenseren

Gewogen verkeersdichtheid

Wegverkeer levert een belangrijke bijdrage tot de geluidshinder in Vlaanderen, vooral omdat het alomtegenwoordig is. De indicator *gewogen verkeersdichtheid op Vlaamse wegen* (figuur 6.1) toont aan dat ondanks periodieke stagnaties, de verkeersdichtheid blijft toenemen. De toename is niet evenredig verdeeld over het grondgebied. Uit de steekproef blootstelling aan wegverkeersgeluid in 1996 en 2001 kon worden afgeleid dat de groei op wegen in woonwijken lager is dan die op doorgangswegen en hoofdwegen (Nimmegeers et al., 2002).

Figuur 6.1: Evolutie van de gewogen verkeersdichtheid van het wegverkeer (Vlaanderen, 1985-2005)



1985=100, A-wegen: autosnelwegen, N-wegen: gewestwegen

Bron: Federale Verkeerstellingen (2005)

Typische geluidsemissie van het verkeer op autosnelwegen

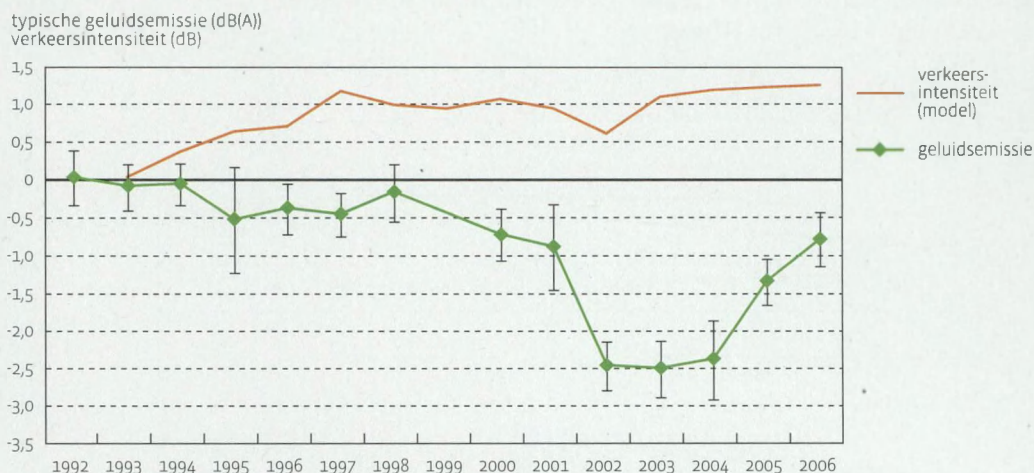
De voorbije jaren is de geluidsemissie van individuele voertuigen gestaag afgenomen onder impuls van strenger wordende Europese productnormen. Normen die vooral het motorgeluid – en dus de geluidsemissie in stadsverkeer – sterk beïnvloeden werden het laatst verstrengd in 1989 voor auto's en in 1996 voor vrachtwagens. Het effect van die normen is – rekening houdend met de gemiddelde levensduur van de voertuigen – in 2006 bijna volledig uitgewerkt. De meer recente norm op bandengeluid (2001) heeft nauwelijks invloed op geluidsemissie in stadsverkeer, maar kan op termijn relevant worden voor wegen waar sneller dan 50 km/uur mag worden gereden. De norm is op dit ogenblik weinig streng en heeft dus slechts een

beperkt effect. In de nabije toekomst zou een verstrenging van de norm mogelijk wel kunnen leiden tot een significant effect. Ook het wegdek en de effectieve rijsnelheid spelen een significante rol zoals verder zal worden toegelicht (zie deel 6.3 Maatregelen infrastructuur).

De indicator *typische geluidsemissie van het verkeer op autosnelwegen* wordt beïnvloed door de bovenvermelde factoren (figuur 6.2). De indicator is gebaseerd op continue metingen door het departement LNE nabij de E40 te Wetteren. De aanleg van een nieuw wegdek uit zeer open asfalt (type ZOA-C) in de rijrichting Oostende in april-mei 2001 is verantwoordelijk voor de sterke daling van de indicator in 2002. In 1999 was het wegdek in de rijrichting Brussel reeds vervangen. De laatste twee jaar stijgt de indicator sterker dan het verkeersvolume. De meest waarschijnlijke reden daarvoor is de degradatie – in het bijzonder dichtslibben van de holle ruimtes – van het wegdek (het wegdek in de richting Brussel is meer dan 7 jaar oud). Maar ook een verandering in effectief gereden snelheid of de samenstelling van het wagenpark kunnen ervoor verantwoordelijk zijn. Het aandeel vrachtwagens is in die periode niet significant toegenomen op die plaats.

Figuur 6.2: Evolutie van de typische geluidsemissie door het verkeer op autosnelwegen in dB(A) en het verloop van de jaargemiddelde verkeersintensiteit (voertuigen/16 uur) op de snelweg nabij het meetpunt in dB, ten opzichte van het referentiejaar 1992 (1992- 2006)

149



Het 95 % onzekerheidsinterval op de experimentele data is aangegeven.

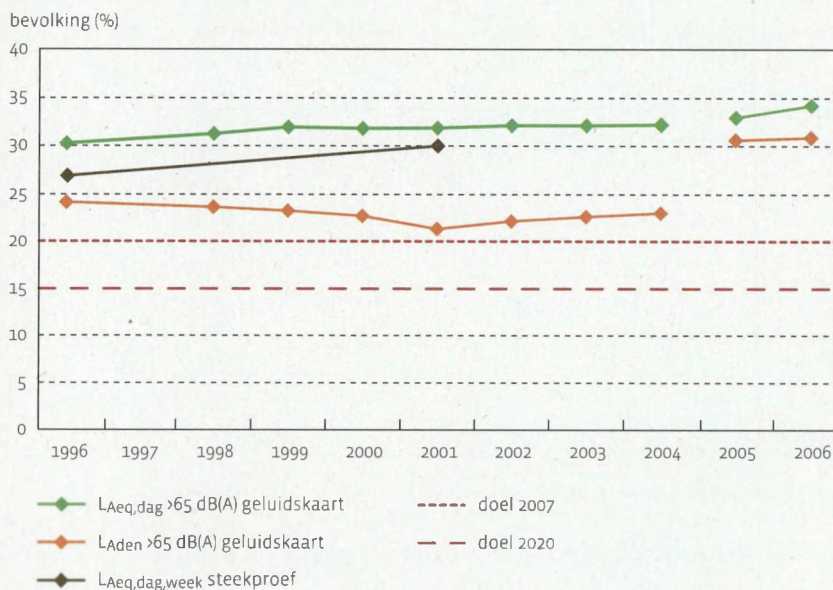
Bron: bewerkte gegevens Meetnet ANNE, Departement LNE, verkeersmodel Verkeerscentrum Antwerpen

Percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeersgeluid

Lawaai is een bijzonder milieuthema omdat de emissie geen lange verblijftijd in het milieu heeft. Om in een mogelijk negatief effect te resulteren moet het geluid in die korte periode door mens of dier worden gehoord. Geluidshinder is ook een lokaal gebeuren wanneer men een afzonderlijk voertuig of wegsegment beschouwt, maar alle wegverkeer samen heeft wel een effect over het volledige grondgebied van

Vlaanderen. De afname van het geluidsniveau met toenemende afstand tot de weg hangt af van de aanwezigheid van obstakels zoals woningen en geluidsschermen, de bodemgesteldheid en meteorologische condities. De indicator *percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeersgeluid* houdt rekening met de ligging van de woonplaats van de inwoner van Vlaanderen en de grootste wegen (opgenomen in het verkeersmodel van het verkeerscentrum Antwerpen) (figuur 6.3). De steekproef bij 250 woningen in Vlaanderen omvat alle wegen en daarom werd ook aan de berekening een schatting van de blootstelling aan het resterende oppervlakteverkeer toegevoegd. Vermits de steekproefmeting hier als referentie dient, wordt bij de berekening van het gemiddelde geluidsdrukniveau tussen 7u en 19u, L_{Aeq} overdag, de gevel van de woning in rekening gebracht. Afscherming door gebouwen in de buurt wordt enkel via een gemiddelde afscherming gebaseerd op gemiddelde bebouwingsgraad in rekening gebracht. De laatste jaren neemt de blootstelling aan wegverkeersgeluid overdag zeer langzaam toe. De kortetermijndoelstelling om het percentage van de bevolking blootgesteld aan wegverkeersgeluid boven 65 dB(A) ($L_{Aeq,dag}$ >65 dB(A)) te beperken tot 20 % tegen 2007 (MIRA-S 2000 en het Mobiliteitplan Vlaanderen) en de langetermijndoelstelling van 15 % tegen 2020 (Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3)) worden nog helemaal niet gehaald. Er werd verondersteld dat de bijdrage van het niet-getelde verkeer constant bleef sinds de laatste meting (4,9 procentpunten) wat wellicht niet het geval is.

Figuur 6.3: Evolutie van het percentage van de bevolking blootgesteld aan geluidsdrukniveaus (L_{Aeq} overdag en L_{Aeq} aden) boven 65 dB(A) ten gevolge van wegverkeer (Vlaanderen, 1996-2006)



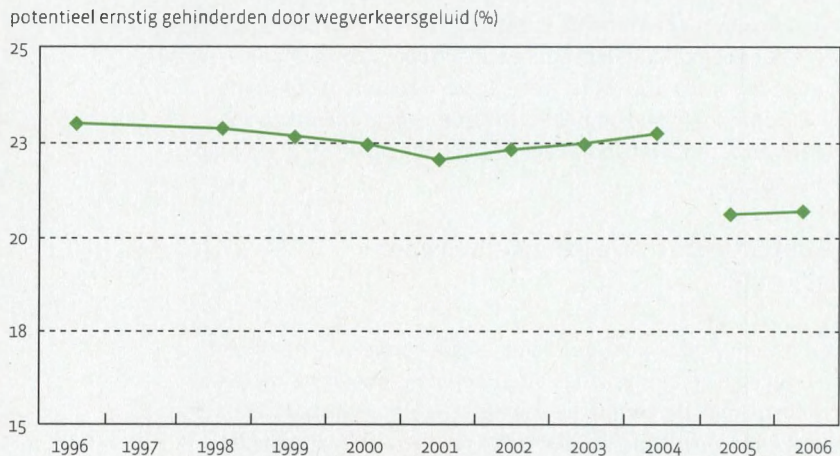
Bron: metingen en geluidskaart INTEC-UGent, verkeersmodel Verkeerscentrum Antwerpen

Op Europees niveau is in 2002 een indicator ingevoerd die tegemoetkomt aan de behoefte aan rust tijdens avond en nacht, de $L_{A_{den}}$ (END, 2002). Bij de berekening van de blootstelling van de Vlaamse bevolking wordt volgens deze indicator geen rekening gehouden met de gevel – conform de Europese richtlijn – en de bijdrage van het verkeer op wegen waar geen tellingen gebeuren. In oktober 2007 bestaan er nog geen doelstellingen voor deze indicator. Maar het is te verwachten dat die in de context van dezelfde Europese richtlijn binnenkort worden gedefinieerd. In 2005 werd het verkeersmodel verbeterd wat vooral een impact had op de blootstelling tijdens de nacht en dus op $L_{A_{den}}$.

Percentage potentieel ernstig gehinderden door wegverkeersgeluid

Overmatige blootstelling aan wegverkeersgeluid in de woonomgeving heeft een aantal negatieve effecten op de mens. Bij hoge blootstelling is er een kleine verhoging van het risico op hoge bloeddruk en daarmee gerelateerde hart- en vaatziekten alsook een kleine verhoging van het risico op mentale gezondheidsproblemen, waaronder depressie. Vaak kan men bij die effecten geen onderscheid maken tussen de blootstelling aan wegverkeersgeluid en de meestal daaraan gekoppelde andere blootstellingen en levensomstandigheden. Geluidshinder en slaapverstoring zijn veel duidelijker gerelateerd aan de geluidsblootstelling alhoewel ook bij die effecten de invloed van context, levensstijl en persoonlijkheidskenmerken – waaronder geluidsgevoeligheid het duidelijkst is – een rol spelen. Geluidshinder en slaapverstoring door geluid hebben een beperktere invloed op de levenskwaliteit dan de hierboven vermelde gezondheidseffecten, maar ze treffen wel grotere aantallen mensen. Men neemt echter aan dat het causale pad tussen geluidsblootstelling en gezondheid voor 80 % via hinder en slaapverstoring loopt. Daarom en omwille van de beschikbaarheid van blootstelling-effectrelaties (Miedema, 2001) werd ervoor geopteerd om het effect van verkeersgeluid te karakteriseren via het *percentage potentieel ernstig gehinderden door wegverkeersgeluid* (figuur 6.4). Vermits dit een berekende indicator is die steunt op $L_{A_{den}}$ is een sprong in de indicator tussen 2004 en 2005 onafwendbaar. Er is dan ook van de gelegenheid gebruik gemaakt om de correctiefactor weg te laten die ingevoerd werd om de continuïteit in deze indicator te garanderen vanaf MIRA-S 2000. Deze continuïteit was gewenst omdat in dit rapport voor het eerst doelstellingen in termen van potentieel ernstig gehinderden werden geformuleerd. Los van die sprong blijft de indicator stabiel over de jaren.

Figuur 6.4: Percentage potentieel ernstig gehinderden door wegverkeersgeluid (Vlaanderen, 1996-2006)



De getalwaarden na 2005 kunnen niet vergeleken worden met die voordien noch met doelstellingen die in vorige MIRA rapporten werden vermeld.

Bron: INTEC, verkeersmodel Verkeerscentrum Antwerpen

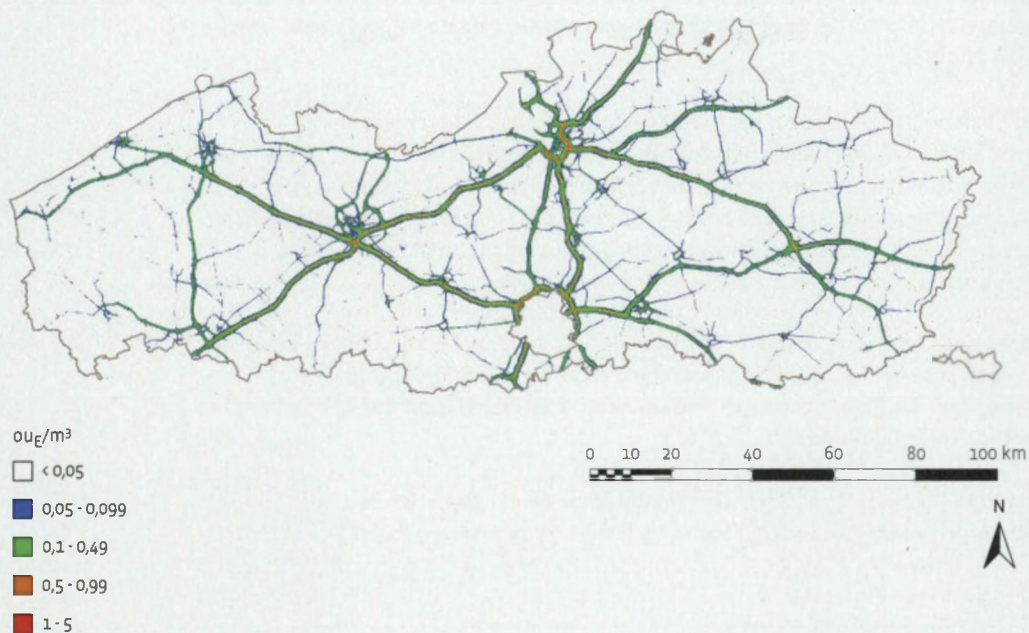
Geurhinder, een minder bekend effect van wegverkeer

Geurbelastingskaart van Vlaanderen

Uit het schriftelijk leefomgevingsonderzoek (SLO-1) blijkt dat een groot deel van de gerapporteerde geurhinder wordt toegeschreven aan verkeer, in 2004 is dat 12,5 % (AMINABEL, 2004). In de klachtenregisters komt de bron veel minder voor. Het moeilijk kunnen toewijzen van de hinder aan een veroorzaker is hier waarschijnlijk een reden voor. Bovendien levert een groot deel van de bevolking zelf een bijdrage aan die verstoring.

Op basis van emissiekengetallen en verkeerstellingen werd een geurbelastingskaart voor Vlaanderen opgesteld (Van Elst et al., 2006). Op figuur 6.5 zijn de grote steden zoals Gent en Antwerpen duidelijk onderhevig aan hoge geurbelasting als gevolg van het dichte wegennetwerk en de hoge verkeersintensiteiten. Voor de provincies West-Vlaanderen en Limburg worden lagere geurconcentraties berekend.

Figuur 6.5: Geurbelastingskaart als gevolg van wegverkeer (Vlaanderen, 2004)



berekeningen op basis van GASS- model door INTEC-UGent

Bron: Van Elst et al. (2006)

Door koppeling van de geurbelastingskaart aan de resultaten van het schriftelijk leefomgevingsonderzoek werd een nuleffectniveau voor geur door wegverkeer afgebakend. Dat niveau definieert de geurconcentratie vanaf de welke een significant effect van de bron begint op te treden. Het nuleffectniveau voor geur van wegverkeer kan echter niet in absolute zin vergeleken worden met de nuleffectniveaus afgeleid voor industriële bronnen. De belangrijkste reden daarvoor is dat de berekening gebaseerd werd op een gemiddelde voertuigemissie per dag en er bijgevolg geen rekening gehouden wordt met de fluctuatie van verkeersintensiteit gedurende de dag of het jaar. Tevens wordt in het model geen rekening gehouden met de distributie van emissies over de individuele voertuigen. De waarden dienen dus eerder relatief beschouwd te worden. Een uitgebreidere dataset van emissieketallen en aantal gehinderden door wegverkeer, alsook het in rekening brengen van de fluctuaties van verkeersintensiteiten, zal de berekeningsmethode in de toekomst verder moeten verfijnen.

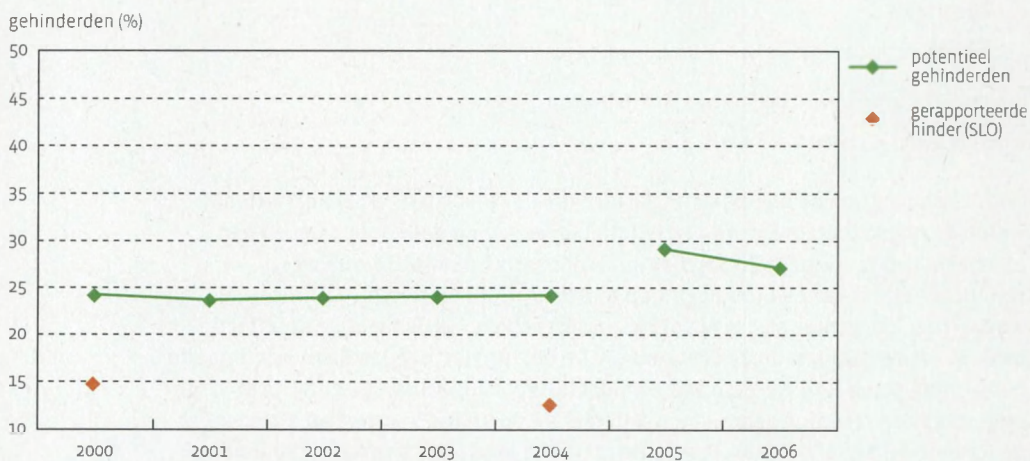
Geurbelast oppervlak en potentieel geurgehinderden door wegverkeer

De waarden van de afgeleide indicatoren geurbelast oppervlak en percentage potentieel gehinderden, kunnen bijgevolg ook niet absoluut beschouwd worden, maar relatief in functie van de tijd.

Het *geurbelast oppervlak* (GBO) wordt gedefinieerd als de zone waarbinnen op jaarbasis het nuleffectniveau overschreden wordt. Het GBO werd bepaald op basis de geurbelastingskaart en bedraagt voor 2006 11 % van de totale oppervlakte van Vlaanderen.

Het *percentage potentieel gehinderden* door geur van wegverkeer wordt gedefinieerd als het aantal personen dat blootgesteld wordt aan een geurconcentratie hoger dan het nuleffectniveau en bijgevolg potentieel gehinderd is. Deze waarde wordt bekomen door de geurbelastingskaart te combineren met gegevens over bevolkingsdichtheid. Voor 2006 bedraagt het aantal potentieel gehinderden door geur van wegverkeer voor Vlaanderen 27 % (figuur 6.6). De sprong tussen 2004 en 2005 is het gevolg van een verbetering van het verkeersmodel. Over de jaren heen kent deze indicator een redelijk vlak verloop. Ter vergelijking werden eveneens de gerapporteerde geurhinderpercentages (uit de SLO-0 en SLO-1) aangeduid. De gerapporteerde hinderpercentages liggen lager dan het percentage potentieel gehinderden.

Figuur 6.6: Percentage potentieel gehinderden en gerapporteerde hinderpercentages door geur van wegverkeer (Vlaanderen, 2000-2006)



De sprong in 2005 is het gevolg van een verbetering van het verkeersmodel. Gerapporteerde hinder omvat tamelijk, ernstig en extreem gehinderden door verkeer.

Bron: PRGO/INTEC (2007), AMINABEL (2004)

Lichthinder, Vlaanderen overbelicht

Wegverlichting verhoogt het comfort en de veiligheid maar overmatig gebruik kan ook tot lichthinder leiden. Voor wegverlichting wordt ook energie gebruikt, met bijhorend een negatieve milieu-impact, zodat de vraag zich stelt of koplampen niet volstaan.

Lichthinder slaat op de overlast die levende wezens, in het bijzonder de mens, ondervinden van kunstlicht ten gevolge van de intensiteit, de richting of de spectrale

eigenschappen van het licht, hetzij in de vorm van regelrechte verblinding, hetzij als verstorende factor bij het verrichten van avondlijke en nachtelijke activiteiten, bv. sterrenwaarneming door (amateur)astronomen. Ook dieren ondervinden lichthinder door versnippering en beïnvloeding van hun habitat. Veelgebruikt is *lichtvervuiling* waarmee in het algemeen het overmatige en verspillende gebruik van kunstlicht bedoeld wordt. Het beperkte onderzoek wijst steeds meer op een negatieve ecologische impact van buitenverlichting. De *hemelgloed* of *hemelluminantie* is het gevolg van licht dat in de atmosfeer verstrooid wordt en daardoor de helderheid van de hemel verhoogd boven het natuurlijke achtergrondniveau. Hemelgloed is van rechtstreeks belang voor astronomen maar kan ook als een indirecte indicator gebruikt worden voor het overmatige gebruik van buitenverlichting.

Het volgende cijfermateriaal geeft een algemeen idee van de huidige toestand in Vlaanderen. Wanneer men *hemelgloedkaarten* van heel Europa bekijkt, behoort Vlaanderen tot de meest verlichte delen. De belangrijkste reden is een combinatie van de hoge bevolkingsdichtheid en een versnipperd netwerk van woningen met daarin een hoog aandeel van vrijstaande bebouwingen. Er waren 1 100 000 wegverlichtingspunten voor een bevolking van 6 027 395 bewoners in 2004 of 0,18 per capita wat zeer hoog is. Brussel heeft ter vergelijking slechts ongeveer 0,11 verlichtingspunten per capita, Duitsland 0,12. Nederland heeft met 0,21 meer punten dan Vlaanderen, maar daar gebruikt men veel fluorescentielampen met een laag vermogen die minder licht per lichtpunt geven.

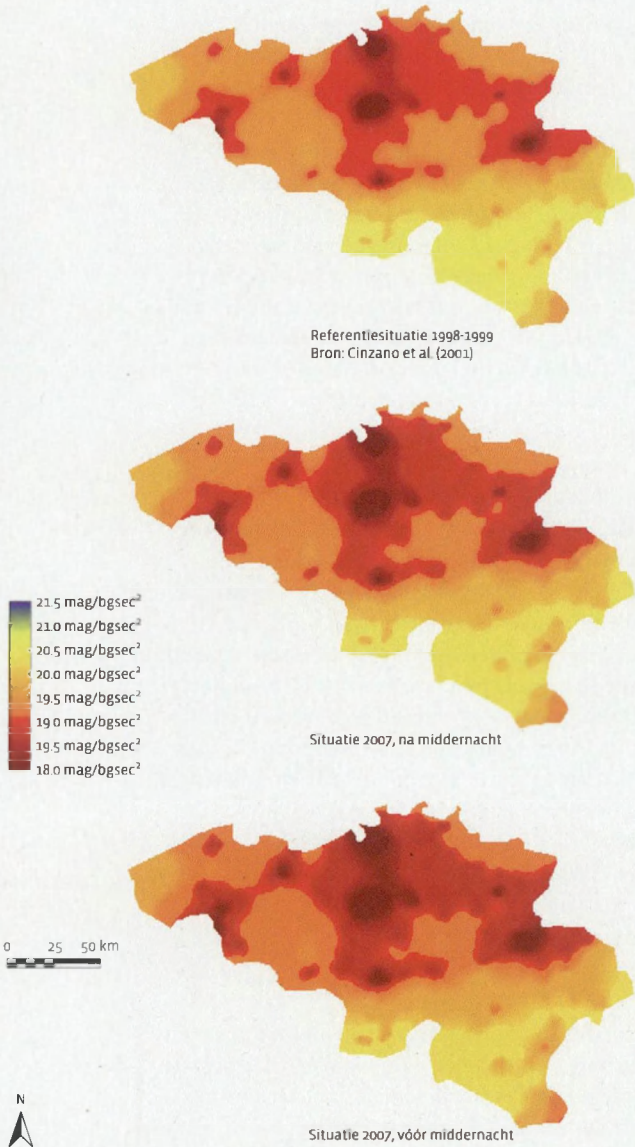
155

De wegverlichting heeft het grootste aandeel (46 % in 2006) in de totale buitenverlichting in termen van *elektriciteitsgebruik*. De wegverlichting op zich bedraagt ongeveer 1 % van het totale elektriciteitsgebruik. Wat betreft hemelgloed is de bijdrage van wegverlichting waarschijnlijk relatief lager aangezien de weg van boven naar beneden verlicht wordt en andere buitenverlichting (reclame, koplampen, monumenten ...) een minder gunstige opstelling heeft. Het menselijke oog is in staat zich sterk aan te passen van typisch 100 000 lux bij volle zon tot 0,25 lux bij volle maan. De wegverlichting is uiteraard sterk geconcentreerd op de weg maar zou bij benadering genoeg licht voorzien om het hele Vlaamse grondgebied tot ongeveer drie keer het vollemaanniveau te verlichten. Er zijn in Vlaanderen 867 km snelwegen, 6 007 km gewestwegen en 62 250 km gemeentelijke wegen. Snelwegen hebben dus maar een klein aandeel in de totale wegverlichting. Uit een kostenberekening blijkt dat het doven van de verlichting op de Vlaamse snelwegen gedurende een uur overeenkomt met een jaarlijkse besparing op de energiefactuur van 135 780 euro (Commissie openbare werken, mobiliteit en energie, 2007). Dezelfde som wordt verder bespaard op het vervangen van de lampen.

Figuur 6.7 toont een typische hemelgloedkaart van Vlaanderen bij nieuwe maan en onbewolkte hemel in specifieke intensiteit (Van Tichelen et al., 2007). De *specifieke intensiteit* is een eenheid die kan worden omgerekend in luminantie. Astronomen gebruiken die om de helderheid van de sterrenhemel aan te geven. Het is een logaritmische schaal waarbij de onvervuilde nachthemel de hoogste waarde 22 heeft. Indien de kaarten omgerekend zouden worden naar percent van de natuurlijke hemelluminantie bij nieuwe maan zou men in Vlaanderen bijna overal meer dan 300 % meten. Dat loopt op tot meer dan 900 % in de meest lichtvervuilde gebieden. De

metingen tonen aan dat de doelstelling geformuleerd in het MINA-plan 3 voor het jaar 2007 die stelt dat er geen gebieden meer zijn met een kunstmatige hemelluminantie die 9 keer de natuurlijke hemelluminantie bedraagt, niet gehaald is en dat ze in de toekomst moeilijk haalbaar is.

Figuur 6.7: Hemelluminantie in specifieke intensiteit (België, 1998-1999, 2007)



berekend op basis van satellietbeelden 1998, met meetcorrecties 2007 voor en na middernacht;
mag: magnitude; bgsec: boogseconde

Bron: Van Tichelen et al. (2007)

6.2 Maatregelen wagenpark

Brongerichte maatregelen zijn meestal de meest kostefficiënte maatregelen. Wegverkeersgeluid wordt veroorzaakt door zowel de aandrijving (motor, transmissie) als het rollen van de wielen over het wegdek. Naarmate de rijsnelheid toeneemt, wordt het aandeel van het rolgeluid groter. Door de technologische vooruitgang, deels gestuurd door Europese normen, zijn de motoren de laatste jaren stiller geworden. Daardoor is het geluid van aandrijving enkel nog belangrijk voor stadsverkeer – met trage snelheid en veel versnelling en vertraging – en voor zware vrachtwagens. Hier wordt dan ook de nadruk gelegd op rolgeluid. Toch wordt ook kort ingegaan op de geluids- en geuremissie afkomstig van de motoren van auto's en vrachtwagens en van alternatieve aandrijving van wagens.

Alhoewel hun aandeel in de totale geluidsemissie door wegverkeer niet zo groot is, zijn er een aantal voertuigen die door het feit dat ze opvallen binnen de verkeersstroom toch frequent worden vermeld wanneer naar hinder gevraagd wordt bij de bevolking: motoren en scooters, stadsbussen ... Daarom wordt er hier in detail op ingegaan.

Veilige banden kunnen ook stil rollen

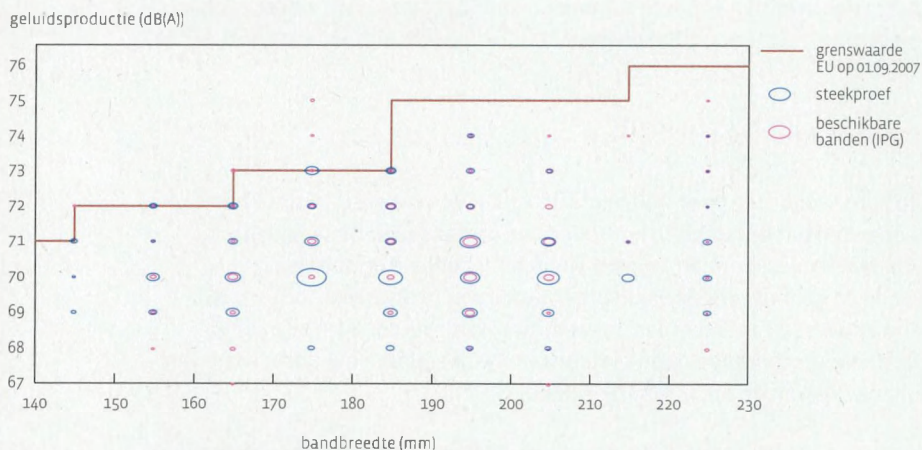
Automotoren zijn de voorbije jaren een heel stuk stiller geworden. Daardoor heeft rolgeluid – het geluid dat ontstaat bij het rollen van de band over het wegdek – steeds meer aan belang gewonnen, zeker bij hogere rijsnelheid. In 2001 is op Europees niveau de geluidsemissie van banden genormeerd (Richtlijn 2001/43/EG). Die norm zal gradueel strenger worden, maar initieel is hij eerder laks: de meeste banden op de Europese markt voldoen er ruim aan. De toegelaten geluidsemissie van banden is afhankelijk van de breedte van de band.

Om een beeld te krijgen van het rolgeluid veroorzaakt door de *banden* die vandaag op de Vlaamse wegen rollen, werd voor een steekproef van 1 000 wagens in de zomer 2007 merk, type en afmetingen van de band genoteerd. Op basis van geluidsemissie gemeten voor ruim 200 banden op standaard DAC-wegdek kon de emissie bepaald worden (IPG, 2007). In figuur 6.8 is die in functie van de breedte van de band uitgezet. Van de banden die teruggevonden werden op auto's langs Vlaamse wegen hebben 70 % een breedte tussen 175 en 210 mm. Het is zeer opvallend dat de populaire banden – deze die frequent teruggevonden werden in de steekproef – niet luidruchtiger worden met de breedte. De spreiding in de vastgestelde geluidsproductie tussen verschillende banden suggereert dat doorgedreven stimulering van stillere banden een groot potentieel biedt. De stilste banden uit de steekproef zijn verschillende dB stiller dan de meest gebruikte. Om de mogelijke impact op zeer korte termijn (enkele jaren) van overschakelen op stillere banden in te schatten werd een gedachtenexperiment uitgevoerd waarbij alle banden uit de steekproef vervangen werden door het stilste alternatief met dezelfde afmetingen in de lijst van banden gemeten in het IPG. Uit figuur 6.9 blijkt dat zonder veel moeite gemiddeld 1 dB(A) winst te halen valt. Voor nieuwe wagens heeft men meer vrijheid omdat diameter en breedte dan niet strikt vastliggen. Bovendien kunnen strengere productnormen en diverse stimuli er voor zorgen dat stillere banden verder

ontwikkeld worden en op de (Vlaamse) markt ter beschikking komen. Een kanttekening is noodzakelijk: het opleggen van normen aan producten is een Europese bevoegdheid zodat op Vlaams niveau slechts een beperkt aantal stimuli mogelijk zijn.

Ook bij vrachtwagens wordt het aandeel van het rolgeluid in de totale geluidsemissie steeds belangrijker, maar dan vooral bij rijsnelheden typisch voor autosnelwegen. De problematiek van vrachtwagenbanden is ingewikkelder omdat er een grotere diversiteit is aan gebruikte banden, omdat het aandeel buitenlandse vrachtwagens groot is en omdat vrachtwagenbanden tijdens hun levensloop vaker herbekleed worden met een nieuwe buitenlaag.

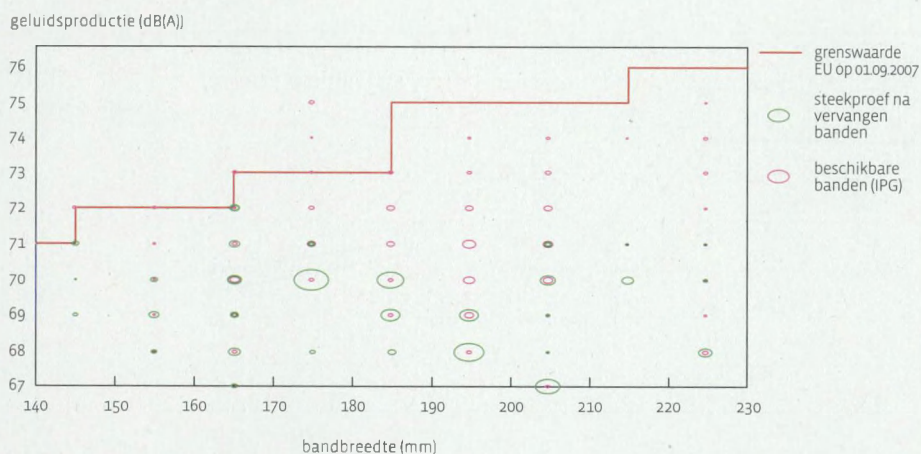
Figuur 6.8: Rolgeluid van de banden op 7,5 m (in dB(A)) van de rijlijn door autobanden op de Vlaamse wegen in functie van de breedte van de band (Vlaanderen, 2007)



Grootte van de cirkel geeft het aantal banden weer. Hoe groter de cirkel hoe frequenter de banden gebruikt worden of hoe meer types banden met die eigenschappen op de (Nederlandse) markt zijn.

Bron: steekproef INTEC-UGent en IPG (2007)

Figuur 6.9: Rolgeluid van de banden in functie van de breedte van de band wanneer alle vandaag gebruikte banden door het stilste alternatief met zelfde afmetingen zouden worden vervangen (Vlaanderen, 2007)



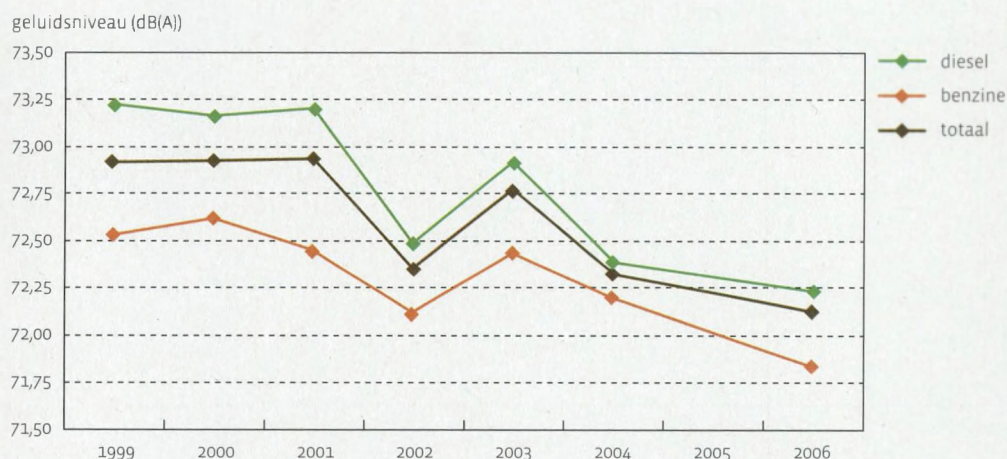
Grootte van de cirkel geeft het aantal banden weer. Hoe groter de cirkel hoe frequenter de banden gebruikt kunnen worden bij optimalisatie of hoe meer types banden met die eigenschappen op de (Nederlandse) markt zijn.

Bron: simulatie INTEC-UGent (2007) en IPG (2007)

Geur- en geluidsemissie door motoren van auto's en vrachtwagens gedaald onder druk van Europese normen

Motorgeluid van auto's is vooral significant bij lage rijsnelheid en start- en stopverkeer, dus vooral in stedelijk gebied en woongebied (stadsverkeer). Een belangrijk aandeel van de bevolking in Vlaanderen woont in die gebieden. Alle types wagens die op de Europese markt komen worden onderworpen aan een homologatietest. De *gehomologeerde geluidsemissie* is niet representatief voor de werkelijke rijsituatie in stedelijk gebied, maar ze is wel beschikbaar voor elk type voertuig. Op basis van verkoopcijfers wordt elk jaar de gemiddelde geluidsemissie van de nieuwe wagens berekend. Het resultaat is te zien in figuur 6.10. De dalende trend die ingezet is in 2001 lijkt zich verder te zetten. Toevallige populariteit van verschillende types en merken verklaart de jaarschommeling. De gehomologeerde geluidsemissie van de in Vlaanderen verkochte diesel- en benzinewagens komt dicht bij elkaar, maar een klein verschil van minder dan 0,5 dB(A) blijft bestaan. Door dieselwagens te ontmoedigen zou dus (slechts) een heel kleine winst gemaakt kunnen worden aan gemiddelde geluidsemissie.

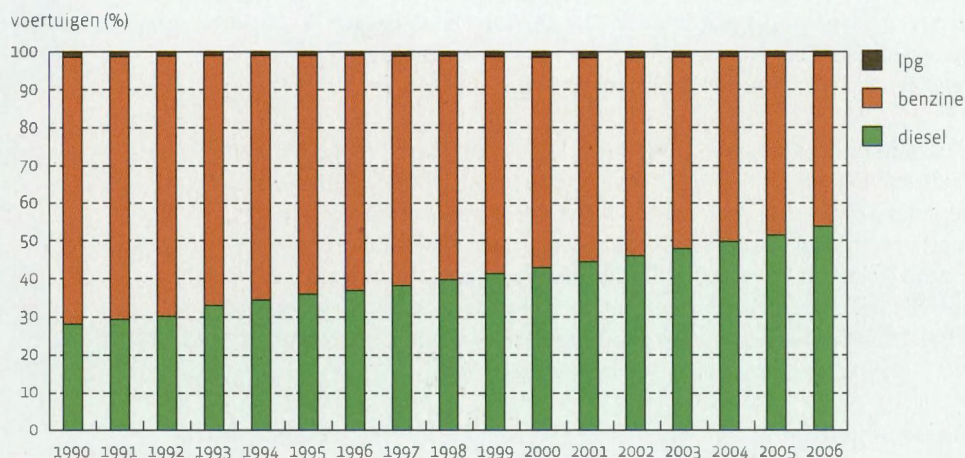
Figuur 6.10: Gemiddelde gehomologeerd geluidsemissie van nieuw verkochte wagens per jaar en per brandstoftype (Vlaanderen, 1999-2006)



Bron: Statistiek FEBIAC, homologatiegegevens Verenigd Koninkrijk, verwerking INTEC-UGent

Geurhinder van verkeer wordt momenteel indirect aangepakt via emissiebeperkende maatregelen in andere beleidsdomeinen, voornamelijk internationaal en Europees gestuurd. Tussen 1990 en 2006 werd een daling aan vluchtige organische stoffen (VOS) door wegverkeer vastgesteld van 62,6 %. Die daling van *VOS-emissies* is vooral te danken aan een sterk verbeterde motortechnologie, een verstrenging van de normen voor wagens (euro-normen), de verdieselijking van het wagenpark – een verschuiving naar meer dieselauto's, met minder VOS-uitstoot – en een strengere reglementering op de aanwezigheid van VOS in benzine (bv. toluen).

In 2006 bedroeg het aandeel benzinewagens in het *wagenpark* 45,0 % en het aandeel dieselwagens 53,9 % (figuur 6.11). Dit is een stijging van 25,8 % voor de periode 1990-2006. De daarmee gepaard gaande daling van VOS-uitstoot heeft onrechtstreeks een *invloed* op de *geurhinder* veroorzaakt door die emissies. Er zijn echter weinig gegevens bekend over hoe groot die invloed precies is.

Figuur 6.11: Evolutie van het wagenpark per brandstofsoort (Vlaanderen, 1990-2006)

Bron: DIV

Alternatieve aandrijving van wagens enkel nuttig voor geluid en geur bij volledige doorbraak

Hybride wagens produceren in stadsverkeer veel minder motorgeluid, maar de emissie kan wel toenemen wanneer ook de diesel of benzinemotor vermogen moet leveren. Voor een Toyota Prius bijvoorbeeld meet men 67-70 dB(A) onder homologatie-condities (eigen metingen INTEC-UGent). Elektrische en waterstofmotoren zijn nog stiller. Een voor het omgevingsgeluid positief neveneffect is dat op dergelijke wagens ook stille banden gebruikt worden. Alhoewel diverse bronnen een belangrijke groei in het aandeel hybride wagens voorspellen, is het niet te verwachten dat de gemiddelde geluidsemissie van het wagenpark daardoor sterk zal dalen (voor 1dB(A) daling in de geluidsemissie bij een constante snelheid van 40 km/h moet ongeveer 24 % van het wagenpark hybride zijn). Wanneer echter enkel hybride, elektrische en zero-emissie voertuigen in bepaalde (stedelijke) gebieden zouden worden toegelaten omwille van lokale luchtkwaliteit en omgevingsgeluid, dan zou het effect uiteraard heel snel significant zijn.

Het gebruik van *alternatieve brandstoffen* zoals aardgas en waterstof biedt perspectieven voor de reductie van geurhinder, maar voor personenwagens en vrachtwagens staat dat nog in zijn kinderschoenen. Momenteel rijdt nog maar 1,14 % van alle wagens op lpg en minder dan 1 % met andere brandstoffen. Ervaringen met het gebruik van biobrandstoffen wijzen daarentegen niet op een reductie van geurhinder, integendeel.

Nood aan flankerend geluids- en geurhinderbeleid openbaar vervoer

Voertuigen (bussen) gebruikt voor openbaar vervoer worden afzonderlijk beschouwd alhoewel hun aandeel in de totale verkeersstroom eerder beperkt is, om drie redenen. Ten eerste komen lijnbussen vaak op plaatsen waar zij het enige zware

vervoer vormen. Ten tweede gaat het om een of enkele exploitanten zodat andere vormen van beleid kunnen worden ingezet. Ten derde is een beleid gericht op het stimuleren van het gebruik van gemeenschappelijk vervoer enkel nuttig voor het beperken van hinder door wegverkeer in stedelijk gebied als dat gepaard gaat met flankerend geluids-, (trillings-) en geurhinderbeleid.

De geluidsemissie van lijnbussen wordt beperkt door Europese productnormen. Die normen zijn het laatst verstrengd in 1995/1996 tot 78 dB(A) voor een motorvermogen onder 150kW en tot 80 dB(A) voor een hoger motorvermogen. Homologatiewaarden van de nieuwste aankopen liggen enkele dB(A) onder die grenswaarde. Van de 834 bussen van De Lijn met bouwjaar later dan 2002 (dat is ruim een derde van het bussenpark) hebben er 60 een homologatieniveau van 75-76 dB(A), 293 een homologatieniveau van 76-77 dB(A) en 128 een homologatieniveau van 77-78 dB(A); voor de overige 353 bussen ontbreken gegevens.

Ook hier geldt echter dat de homologatietest niet noodzakelijk representatief is voor de geluidsemissie bij werkelijk gebruik. Metingen verricht door MIVB (de vervoersmaatschappij van het Brusselse Hoofdstedelijke Gewest gebruikt dezelfde types bussen als De Lijn) in 2005 conform 70/157/CE bij versnelling vanaf 50 km/h resulteerden in niveaus tussen 82 en 86 dB(A) en bij versnelling vanaf 0 km/h lagen de emissies soms nog 5 dB(A) hoger. Er werd vastgesteld dat gasbussen iets stiller zijn. Omdat De Lijn bij aankoop van nieuwe bussen een bonus voorziet voor offertes die een stillere bus aanbieden, kan worden verwacht dat de geluidsemissie van bussen in de toekomst zal dalen. Naast het motorgeluid is ook het remgeluid van bussen in stedelijke omgeving een mogelijke bron van hinder. Verschillende remsystemen resulteren in sterk verschillende geluidsemissie zodat ook hier potentieel voordeel kan worden gehaald.

In opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en Energie werden en worden verscheidene demonstratieprojecten uitgevoerd met betrekking tot milieuvriendelijke bussen. Zo werden o.m. geurmetingen uitgevoerd in het kader van de opvolging van gecombineerde systemen NO_x-katalysator en roetfilter voor bussen (Lenaers G. & Bilsen I., 2006). De geurconcentratie werd gemeten voor en na de katalysator (SCR of selectieve katalytische reductie) van een dieselbus. Het geurverwijderingsrendement van dergelijk systeem bedroeg 70 à 80 %. Bovendien waren de geurconcentraties gemeten tijdens het stationair draaien opvallend hoger dan tijdens het rijden van een typische buscyclus. Bovendien worden vergelijkende metingen uitgevoerd van emissies en verbruik aan een bus van De Lijn rijdend op PPO (puur plantaardige olie), biodiesel en diesel met als doel na te gaan of het verbruik van biobrandstoffen tot hogere NO_x- en VOS-emissies (en hogere geuremissies) leiden.

Instrumenten die door de overheid kunnen worden ingezet om een gepast flankerend geur- en geluidshinderbeleid te implementeren, situeren zich op het vlak van informatie en sensibilisatie, financiële maatregelen, milieuvriendelijke overheidsvloten en rijgedrag.

Motoren en scooters, uitblinkers in het wegverkeersgeluid

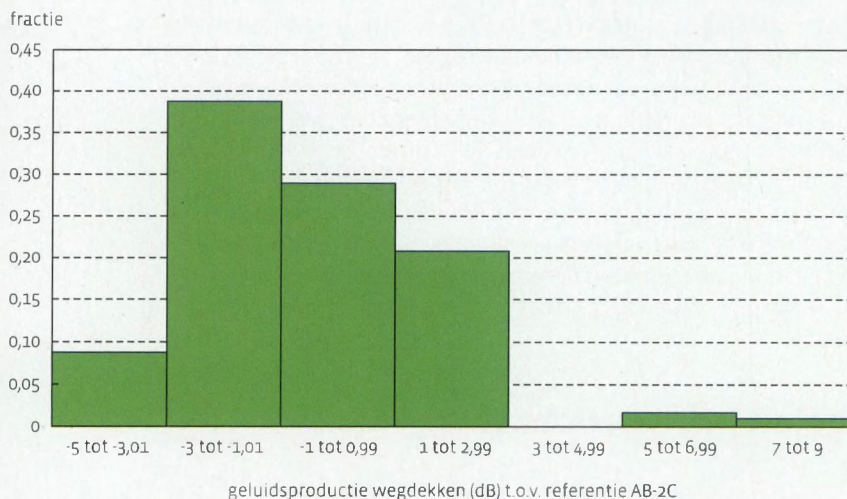
Motoren en scooters produceren vaak piekniveaus die boven het geluid van de totale verkeersstroom uitsteken. Een van de belangrijke redenen daarvoor is dat een vrij hoog percentage van de motoren en scooters voorzien worden van een illegaal uitlaatsysteem (18 % van de motoren in België, IMMA 1996). Motoren en scooters die op die manier getuned zijn produceren een tot 12 dB(A) hoger geluidsvermogen. Bij een enquête in 2006 in Vlaanderen (IMOB, 2006) werd vastgesteld dat 37 % van de motorfietsen geen standaard uitlaatsysteem hebben. Een aanzienlijk gedeelte daarvan zal waarschijnlijk illegaal en luidruchtiger zijn. Het geluid voortgebracht door in dienst zijnde bromfietsen en motorfietsen (inclusief drie- en vierwielige) is weldegelijk gereguleerd en moet voldoen aan de voorschriften van het KB (KB 1974). Het motorgeluid van zware motoren voorzien van een legaal uitlaatsysteem ligt iets hoger dan dat van een auto en het neemt ook sneller toe met de rijnsnelheid (Imagine, 2006).

6.3 Maatregelen infrastructuur

Wegbedekkingsbeleid nog in de kinderschoenen

Net als de banden heeft het type wegdek en de slijtage ervan een belangrijke invloed op de productie van rolgeluid bij hoge snelheid. De fijne textuur van het wegdek (golflengte <50 mm) kan een positieve invloed hebben. De megatextuur (golflengte >50 mm), die bijvoorbeeld door slijtage ontstaat, beïnvloedt de trilling van de band en de daaruit voortvloeiende geluidsafstraling daarentegen negatief. Op de gewestwegen in Vlaanderen is een ruime diversiteit aan wegdekken terug te vinden. De databank wegdekken van het Agentschap infrastructuur, opgesteld in 2007, categoriseert de wegdekken volgens een tiental types. Op basis van die gegevens en een geschatte geluidsemissie van wegverkeer op een dergelijk wegdek werd een histogram van de fractie wegdekken bij elke emissie opgesteld met als referentie een AB-2C-wegdek, een bepaald type asfaltbeton (figuur 6.12). De figuur dient met de nodige voorzichtigheid geïnterpreteerd te worden omdat belangrijke factoren, namelijk de staat van onderhoud en slijtage niet in rekening werden gebracht. Daarover zijn echter geen gegevens beschikbaar in Vlaanderen. De wegdekken die een hogere geluidsproductie dan 5 dB(A) geven, zijn kasseiverhardingen. De spreiding van -4 tot +4 dB(A) bij de andere wegdekken duidt op een belangrijk potentieel voor een stillewegdekkenbeleid, zelfs zonder introductie van nieuwe types wegdekken. Positief is dat een aantal luidruchtige wegdektypes zoals AB-2C, dwarsgegroefd beton en langsgegroefd beton niet meer worden aangelegd.

Figuur 6.12: Histogram van het aantal kilometer wegdek op Vlaamse gewestwegen naar typische geluidsemissie ten opzichte van een referentiewegdek AB-2C (Vlaanderen, 2007)



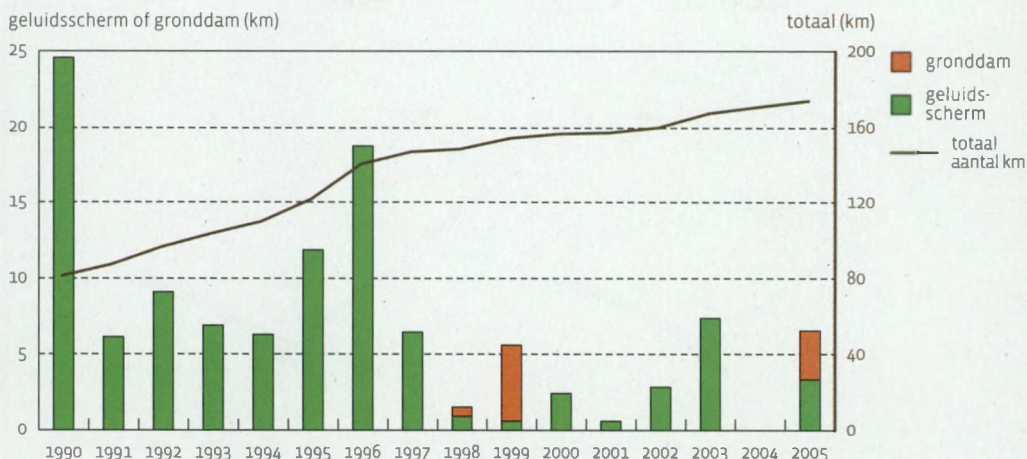
Bron: Agentschap Infrastructuur wegdekken (2007), IBGE/BIM (1998), Wegdekcorrectiefactoren Reken- en Meetvoorschrift Wegverkeerslawaaai Nederland (2007)

Geluidsschermen, een lokale oplossing

Geluidsschermen vormen vaak een oplossing voor een zeer lokaal geluidshinderprobleem. Met een geluidsscherm kan een hogere reductie van het geluidsdruk-niveau bekomen worden (5 tot 12 dB(A) voor typische schermen in Vlaanderen) dan met een aangepast wegdek (Afdeling Wegenbouwkunde). De invloed van het geluidsscherm is echter beperkt tot een kleine zone achter het scherm. Figuur 6.13 toont dat er de laatste 10 jaar nog weinig nieuwe geluidsschermen geplaatst zijn. In 2006 werden geen geluidsschermen geplaatst, maar in 2007 zijn wel opnieuw een aantal geluidsschermprojecten uitgevoerd. Andere constructies, zoals huizenrijen, kunnen eveneens als (zeer efficiënt) geluidsscherm dienst doen (zie kadertekst Geluidslandschappen, stiltegebieden en stedenbouwkundige planning).

Aan het ontwerp van de geluidsschermen langs de Vlaamse wegen is niet altijd evenveel aandacht besteed. Een aantal studies hebben nochtans bewezen dat het uitzicht van het scherm de geluidshinder voor de omwonenden mee bepaald. Een combinatie met natuurlijk groen boven het scherm beïnvloedt niet alleen de hinder, maar ook de effectieve geluidsafscherming bij wind en zelfs de kwaliteit van de lucht in de buurt van het scherm. Turbulente menging en absorptie van ongewenste bestanddelen uit de lucht spelen daarbij een rol (IPL, 2005). Bij gebruik van poreuze absorberende schermen moet men erop letten dat de geluidsisolatie van het scherm gewaarborgd blijft, hetgeen niet eenvoudig realiseerbaar is.

Figuur 6.13: Aantal kilometer door Vlaamse Gewest geplaatst geluidsscherm (Vlaanderen, 1990-2006)



Bron: Agentschap Infrastructuur (2007)

Rijstijl, verkeersmanagement en weginrichting

De geluidsemissie van een auto neemt sterk toe met de rijnsnelheid en de versnelling. Om de lokale leefbaarheid te bevorderen moet mobiliteit dan ook gerealiseerd worden met een lage snelheid maar een homogene en continue verkeersstroom. Ter illustratie van de mogelijke invloed van de rijstijl op de geluidsemissie van verkeer in stedelijk gebied, is in de onderstaande figuur de geluidsemissie getoond bij het afleggen van hetzelfde traject met een rustige dan wel een agressieve rijstijl. Om de autogebruikers aan te zetten tot een rustigere rijstijl en tragere rijnsnelheid kunnen sensibilisering (ecodriving), verkeersmanagement (verkeerslichten, richtsnelheden, groene golf), inrichting (rotondes, mini-rotondes, asverschuiving, visuele effecten ...) en zelfs technologische ingrepen op voertuigniveau (ISA, dynamisch snelheidsadvies in voertuig) worden overwogen. Voorafgaand aan de

implementatie dient men wel alle consequenties op het vlak van geluid, trillingen en veiligheid binnen de lokale context grondig te bestuderen.

De lezer zal opmerken dat de hierboven besproken maatregelen niet in rekening worden gebracht in de meeste indicatoren gehanteerd in MIRA of in de Europese richtlijn (END, 2002) zodat het effect ervan maar in geringe mate of niet tot uiting zal komen. In termen van ervaren geluidshinder en slaapverstoring spelen de uitzonderlijk luide gebeurtenissen als gevolg van een agressieve rijstijl echter wel een rol. Daling in piekniveaus van meer dan 5 dB(A) worden vastgesteld in stedelijke rijtsituaties terwijl de daling in energetisch gemiddeld geluidsniveau, L_{Aeq} , 'slechts' een drietal dB(A) zal bedragen

Geluidsemissie van een wagen bij het afleggen van een traject met rustige (links) en agressieve rijstijl (rechts) (Gent)



Het traject werd afgelegd in tegenwijzerzin.

Bron: INTEC

Goede wegverlichtingsinstallaties kunnen lichthinder beperken

Een goede wegverlichtingsinfrastructuur beperkt de lichthinder. Daarvoor zijn goede producten nodig, een goed ontwerp in functie van de werkelijke omgeving, een correcte installatie en ten slotte een regelsysteem dat in functie van de reële omstandigheden de juiste hoeveelheid licht op het wegdek straalt. In 2005 werd een ondersteunende website ontwikkeld met informatie over de best beschikbare technieken om lichthinder te beperken (www.emis.vito.be/licthinder).

Een eerste stap is de selectie van goede *straatverlichtingsproducten*. Aangezien er in Europa een vrije markt is voor producten is het belangrijk dat de productvereisten op Europees niveau uitgewerkt worden. In de strijd tegen klimaatverandering en voor de continuïteit van de energievoorziening legt Europa maatregelen op voor energieverbruikende producten zoals verlichting, koelkasten, televisies ... In een voorbereidende studie over straatverlichtingstoestellen werden aanbevelingen voor concrete producteisen, voor informatievoorziening en minimale prestaties bepaald. Daarvoor werd gebruik gemaakt van de MEEUP-methodologie (Methodology study Ecodesign of energy using products). Naast energiegebruik werd ook de beperking van lichtvervuiling zoveel mogelijk meegenomen. In de aanbevelingen wordt voorgesteld de opwaartse lichtstroom van verlichtingstoestellen te beperken, weliswaar niet

volledig. Het niet volledig beperken van de opwaartse lichtstroom kan enerzijds de fabrikanten toelaten in hun technologie naar energiegebruik te optimaliseren door gebogen transparante afschermkappen te gebruiken en laat anderzijds ook een zachte verlichting van de gebouwen toe in een straat met hoge en dichte bebouwing en lage lantaarnpalen, wat aangenamer is voor voetgangers. Figuur 6.14 toont een verlichtingstoestel waarbij de opwaarts gerichte lichtstroom beperkt blijft en een toestel waarbij er veel opwaarts gericht licht vrijkomt. Soms kan opwaarts licht gewenst zijn zonder sterk bij te dragen tot hemelgloed.

Figuur 6.14: Verlichtingstoestel met weinig opwaarts gericht licht (links) en verlichtingstoestel met veel opwaarts gericht licht (rechts)



Bron: VITO

De meeste *straatverlichtingstoestellen in Vlaanderen* hebben een gebogen transparante afschermkap om het licht voldoende breed uit te stralen. Maar die kap zorgt wel voor een parasitaire opwaartse lichtstroom die bijdraagt tot de hemelgloed. Dat parasitaire licht is bijna horizontaal gericht waardoor het relatief meer bijdraagt tot hemelgloed dan vertikaal opwaarts gericht licht. Het verplichten van vlakke afschermkappen kan hemelgloed verder beperken maar kan wel extra energieverlies veroorzaken. Nieuwe geavanceerde technieken (bv. antireflectielagen) zouden dat oplossen, alhoewel er hierover in 2006 nog geen uitsluitstel is. De opdrachtgever kan steeds nog strengere producteisen opleggen voor het beperken van lichthinder afhankelijk van de vereisten opgelegd voor de specifieke installatie bv. het gebruik van verlichtingstoestellen zonder opwaartse lichtstroom in de onmiddellijke omgeving van natuurgebieden.

Vervolgens dient benadrukt te worden dat een goed *ontwerp* en een correcte *installatie* essentieel zijn. Daarbij dient rekening gehouden te worden met de verlichtingseisen in functie van het wegtype (snelheid, verkeersdrukte, gemengd verkeer, gevaarpunten ...), de wegbreedte, de paalafstanden, de paalhoogte, de reflectie van weg en omgeving, het verwachte weertype, mogelijke obstakels zoals bomen, verkeersbermen ...

Wegverlichtingsinstallaties worden bijna altijd overgedimensioneerd rekening houdend met de mogelijke *vervuiling* van de toestellen. Die vervuiling is afhankelijk van de onderhoudscyclus en de omgeving. Toestellen die weinig onderhevig zijn aan vervuiling worden lager gedimensioneerd en kunnen dus lichthinder beperken. Voorbeelden van verlichtingsinstallaties die weinig onderhoud vragen zijn gesloten toestellen met zelfreinigend glas. Voor het ontwerp van verlichtingsinstallaties zijn verschillende normen van toepassing en is de nodige expertise nodig.

Het is belangrijk dat de verlichtingstoestellen in de voorziene *positie of hoek* (bv. horizontaal) worden gemonteerd. In Vlaanderen zijn de meeste installaties vernieuwd na een REG-campagne (rationeel energiegebruik) in de jaren 90, de meeste toestellen hebben nog wel gebogen kappen en vaak is de installatiehoek niet zoals voorzien.

Ten slotte kan men de verlichting ook *doven of dimmen* tot op het gewenste minimumniveau. Zo wordt de verlichting bijvoorbeeld gedoofd op snelwegen na middernacht met uitzondering van de afritten of verkeersknooppunten. In woongebieden is het meestal niet wenselijk de verlichting na middernacht te doven omwille van het veiligheidsgevoel. Men kan opteren om permanent een laag verlichtingsniveau te installeren ofwel een dimbare installatie met een hoger verlichtingsniveau tijdens de drukke uren in zones met druk verkeer of handelsactiviteit. Dimmen kan ook door beurtelings toestellen uit te schakelen, maar is enkel raadzaam als de verlichting gelijkmatig blijft. Elektronische diminstallaties per paal zijn in ontwikkeling. Die installaties kunnen de lichthinder verder beperken door de regeling af te stemmen op de reële omstandigheden (veroudering lampen, vervuiling verlichtingstoestel, werkelijke installatiepositie, werkelijke reflectie omgeving, weersomstandigheden ...), maar dat vergt een meer complexe regeling.

6.4 Maatregelen ruimtelijke ordening

Voor het vermijden van geluidshinder en slaapverstoring is ruimtelijke ordening een ideaal instrument omdat geluid slechts over een beperkte afstand hoorbaar is. Het is dan ook opvallend hoe weinig met mogelijke geluidshinder rekening gehouden wordt bij ruimtelijke planning en stedenbouw. Er zijn weinig indicatoren voor geschikte ruimtelijke ordening te bedenken die gebiedsdekkend zijn op Vlaamse schaal. Daarom worden een aantal nieuwe ideeën en concepten toegelicht in een kadertekst.

Wonen langs hoofdweginfrastructuur

Het Ruimtelijk Structuurplan identificeert de hoofdweginfrastructuur van Vlaanderen. Vermits die infrastructuur een grote hoeveelheid verkeer acht te dragen kan men er van uitgaan dat wonen op korte afstand van die infrastructuur gepaard moet gaan met aangepaste geluidshinder reducerende maatregelen. Uit tabel 6.1 blijkt dat maar liefst 120 000 inwoners van Vlaanderen binnen de 100 m van die hoofdweginfrastructuur wonen. Binnen de 200 m wonen 290 000 mensen. Zoals verwacht kan worden, is het percentage van die inwoners blootgesteld aan $L_{Aeq,dag} > 65$ dB(A) (zonder oppervlakteverkeer) en $L_{A_{den}} > 65$ dB(A) heel hoog. Dit percentage is enigszins

Geluidslandschappen, stiltegebieden en stedenbouwkundige planning

In de wetenschappelijke literatuur wordt steeds meer aandacht besteed aan positieve aspecten van omgevingsgeluid. In die nieuwe visie past bij elke omgeving een karakteristiek en uniek *geluidslandschap* dat mee de identiteit van die omgeving bepaalt. De ruimtelijke context en de intentie van de gebruikers ervan bepalen mee wat een geschikt geluidslandschap is. In het geluidslandschap van een plein in de binnenstad zal bijvoorbeeld het geluid van pratende mensen een positieve component vormen.

Binnen die visie kan een *stiltgebied* gedefinieerd worden als een geluidslandschap dat waardevol is omwille van een specifieke eigenschap: stilte. Totale afwezigheid van geluid wordt doorgaans niet als aangenaam ervaren.

Stille geluidslandschappen in stedelijke en landelijke omgeving ('quiet areas' in de Europese richtlijn) kunnen het mentale restauratieve vermogen van een verblijf in natuurlijke omgeving versterken. Ook op de schaal van de individuele woning is aangetoond dat de aanwezigheid van een *stille zijde* ($L_{Aeq, 24\text{uur}}$ lager dan ongeveer 45 dB(A)) waar men zich kan terugtrekken de ervaren geluidshinder kan reduceren (Kilhman, 2007). Het nut van een stille zijde wordt duidelijk van zodra de gevelbelasting meer dan 55 dB(A) bedraagt.

Het alomtegenwoordige geluid van wegverkeer verschaalt het stedelijke geluidslandschap en vermindert de oppervlakte stiltegebied. Ruimtelijke ordening en stedenbouwkundige planning zijn ideale instrumenten voor het creëren van een geschikt geluidsklimaat. Bij een ideale *stedelijke planning* worden wegverkeersaders gescheiden van zones waar men een optimaal geluidsklimaat wenst te creëren en liefst ook afgeschermd door gesloten bebouwing die als efficiënt geluidsscherm dienst doet. In het centrum van de meeste grote steden in Vlaanderen treft men – om historische redenen – zones aan met een uniek en sterk van verkeersgeluid afgeschermd geluidsklimaat. De rand van het grootstedelijke gebied is er op dat vlak vaak het slechtst aan toe wegens de aanwezigheid van belangrijke invalswegen en woonzones met open bebouwing.

Het introduceren van een *geluidstoets* voor plannen van ruimtelijke inrichting en stedenbouw kan een instrument zijn om bovenstaande denkpistes in de praktijk te brengen. Hoe zo een geluidstoets er in de praktijk moet uitzien en wie hem moet uitvoeren, dient verder onderzocht te worden.

overschat omdat bij de berekening enkel rekening gehouden is met een gemiddelde bebouwingsgraad en de afscherming door het reliëf niet in rekening is gebracht. Een optimale ruimtelijke planning zou er naar streven om het aantal inwoners in die zone niet te laten toenemen en het zelfs zo veel mogelijk te laten afnemen. Anderzijds stelt men ook vast dat op afstanden groter dan 500 m van de hoofdwegeninfrastructuur nog 23 % (28 %) van de inwoners blootgesteld is aan meer dan 65 dB(A) veroorzaakt door wegverkeer. Die hoge niveaus treden op doordat zoveel woningen zich op korte afstand van doorgangswegen bevinden. Doorgedreven concentratie van het wegverkeer op de hoofdwegeninfrastructuur (en daardoor onder andere vermijden van sluipverkeer) zou voor een verbetering kunnen zorgen.

Tabel 6.1: Percentage van de bevolking blootgesteld aan geluidsdruk niveaus (L_{Aeq} overdag en $L_{A_{den}}$) boven 65 dB(A) ten gevolge van wegverkeer binnen verschillende afstandzones rond het hoofdwegennet (Vlaanderen, 2006)

afstand tot hoofdweg	0 tot 100 m	0 tot 200 m	0 tot 500 m	meer dan 500 m
aantal inwoners	120 110	290 077	892 004	
percentage van de inwoners waarvoor $L_{Aeq,dag} > 65$ dB(A)	93	82	65	23
percentage van de inwoners waarvoor $L_{A_{den}} > 65$ dB(A)	88	79	64	28

Bron: Verkeerscentrum Antwerpen, berekening INTEC-UGent (2006)

Als tussenoplossing kan men ook bijkomende geluidsisolatie toepassen voor nieuwbouwwoningen blootgesteld aan die hoge geluidsniveaus. De richtlijn voor geluidsisolatie van woningen, NBN S 01-400-1, vraagt een gevelisolatie die toeneemt met het geluidsniveau van de gevel. Geluidshinder vermindert enigszins door die maatregel maar verdwijnt niet volledig omdat bewoners soms buiten vertoeven of ramen en deuren openen.

Lichtplannen

Geur en lawaai zijn vervelende neveneffecten van wegverkeer. Verlichting daarentegen wordt expliciet aangelegd voor het wegverkeer. De relatie tussen ruimtelijke ordening en lichthinder is daarom anders dan de relatie tussen ruimtelijke ordening en geluid- en geurhinder. Het menselijke oog kan zich aanpassen over een breed bereik van luminantie maar een hoge luminantie op een plaats of voorwerp kan de waarneming van andere voorwerpen met lage luminantie verhinderen of verminderen. Men spreekt dan van *fysiologische verblinding*. Bij rechtstreekse verblinding is geen waarneming meer mogelijk door teveel licht. Bij fysiologische verblinding ontstaat een interactie tussen verschillende vormen van buitenverlichtingsinstallaties zoals monumentverlichting, stadsverfraaiing, reclameverlichting ... Zo kan een sterke winkelverlichting de waarneming op de weg verminderen tenzij de weg zelf voldoende verlicht is. Steden installeren steeds meer decoratieve verlichting in het kader van stadsverfraaiing. Er is maar weinig licht nodig voor voldoende zichtbaarheid, maar de neiging om in een stedelijke omgeving te anticiperen op fysiologische verblinding om zelf gezien te worden door meer te verlichten, kan leiden tot een steeds toenemend opbod van buitenverlichting. Om dat in te perken is een algemeen ontwerp nodig voor de stedelijke omgeving waarbij bepaald wordt welke verlichting wanneer voor welke installaties nodig is. Men spreekt van een *lichtplan*. Belangrijk is dat die lichtplannen doordacht en bruikbaar zijn op lange termijn, rekeninghoudend met lichthinder en energiegebruik. Dat kan bijvoorbeeld door het respecteren van bepaalde regels die maximumluminanties of lichtsterktes opleggen afhankelijk van de functie van de verlichting en/of de omliggende installaties. Momenteel zijn er enkel richtwaarden beschikbaar zoals die in de gids Beperking van de effecten van hinderlijk licht van buitenverlichtingsinstallaties (CIE 150-2003). Daarin zijn bruikbare richtwaarden voor vier types omgevingszones geformuleerd (tabel 6.2). Er zijn echter nog aanpassingen nodig (bv. meetbaarheid en toepasbaarheid) om die richtwaarden om te zetten naar een bruikbare reglementering. Een dergelijke reglementering zou kunnen worden ingepast in VLAREM.

Donkertegebieden

Om de lichthinder voor de natuur te vermijden, kan worden geopteerd om naar analogie met de stiltegebieden *donkertegebieden* af te bakenen. Dat zou kunnen door de verlichting in omliggende zones te beperken. Voor beperking van de hinder voor astronomische waarnemingen zijn aanbevelingen uitgewerkt in CIE 126-1997 Guidelines for minimizing sky glow.

Die aanbevelingen stellen onder meer om de *opwaartse lichtstroomverhouding* (upward light ratio of ULR) te beperken volgens type omgevingszone (tabel 6.2). De opwaartse lichtstroomverhouding is de verhouding van het opwaartse licht en het totale uitgestraalde licht van de armatuur. Een doelgerichte aanpak van lichthinder in natuurgebieden en hun onmiddellijke omgeving beperkt de mogelijke nadelige ecologische impact van lichtvervuiling, zoals het aantrekken of afstoten van insecten en dieren.

Tabel 6.2: Aanbevelingen voor opwaartse lichtstroomverhouding (ULR) in de verschillende omgevingszones voor het beperken van hemelglod

omgevingszone	gebied	verlichtingsomgeving	voorbeelden omgevingszone	ULR (%)
E1	natuur	uit zichzelf donker	natuurgebieden	0
E2	landelijk	lage kunstmatige omgevingshelderheid	industriële, residentiële en landelijke gebieden	0 - 5
E3	steden	middelmatige kunstmatige omgevingshelderheid	stedelijke woongebieden met mogelijk industrie	0 - 15
E4	stadscentra	hoge kunstmatige omgevingshelderheid	stadscentrum met een gemengde residentiële en commerciële functie	0 - 25

De omgevingszones zijn vertaald vanuit CIE 126 door VITO.

Bron: CIE 126-1997

Meer informatie over Lawaai, Stank en Lichthinder op
www.milieurapport.be.



Referenties

- AMINABEL (2004) Uitvoeren van een schriftelijke enquête ter bepaling van het percentage gehinderden door geur, geluid en licht in Vlaanderen.
- SLO-1-meting : eindverslag, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling AMINABEL, dossiernr. 03/361.
- AMINAL (2002) Voorstellen van een geschikte methode om nuleffectniveaus van geurhinder te vertalen naar normen en toepassing op 5 pilootsectoren, deel III: Formulering voorstel voor de 5 pilootsectoren, besteknr.
- AMINAL/MNB/TWOL.2000/mjp2000-88.
- Commissie voor Openbare Werken, Mobiliteit en Energie (2007) Verslag van vergadering van 27/02/2007.
- END (2002) Directive 2002/49/EC of the European Parliament and of the Council of 25 June 2002 relating to the assessment and management of environmental noise.
- FEBIAC (2007) Evolutie van het personenwagenpark per brandstofsoort, http://www.febiac.be/nl/statistics/gen_parc.asp.
- Federale Verkeerstellingen (2005) Federale overheidsdienst Mobiliteit en vervoer, DG Mobiliteit en verkeersveiligheid, directie Mobiliteit.
- IBGE/BIM (1998) Rapport door A-Tech/FIGE, Prescriptions administratives et techniques pour la préparation d'éléments de planification en matière de lutte contre le bruit.
- Imagine, EU FP6 project, <http://www.imagine-project.org/>.
- IMOB Hasselt (2006) Profiel, rijgedrag en ongevallenbetrokkenheid van motorrijders in Vlaanderen.
- IPG (2007) Innovatie Programma Geluid voor weg- en spoorverkeer, Nederland.
- IPL (2005) Optimalisatie van geluidsschermen voor verbetering van de luchtkwaliteit, rapport 538, innovatieprogramma luchtkwaliteit, Nederland.
- KB (1974), 10 oktober, hoofdstuk III, artikel 10.
- Kilhman T. (2007) Experiences of implementation of Soundscapes in Policies, Proceedings of Internoise.
- Lenaers G. & Bilsen I. (2006) Opvolgmetingen van gecombineerde systemen NOxkatalysator en roetfilter voor bussen, VITO, studie uitgevoerd in opdracht van het Departement Leefmilieu, Natuur en energie van de Vlaamse overheid.
- Miedema H.M.E. & Oudshoorn C.G.M. (2001) Annoyance from Transportation Noise: Relationships with Exposure Metrics DNL and DENL and their Confidence Intervals. Environmental Health Perspectives, Vol. 109, no 4, 409-416.
- Nimmegeers M., Botteldooren D. & Dekoninck L. (2002) Geluidsniveaus veroorzaakt door wegverkeer in Vlaanderen: vijf jaar later, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, MIRA/2002/11, www.milieurapport.be.
- Silence, EU FP6 project, <http://www.silence-ip.org/>.
- Soundscape support to health, Swedish project supported by MISTRA, <http://www.soundscape.nu>.
- Van Elst T., De Bruyn G., Philips G., Botteldooren D., De Muer T. & Van Renterghem T. (2006) Geurhinder door wegverkeer, PRG Odournet nv en INTEC, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, MIRA/2006/05, www.milieurapport.be.

Van Tichelen P., Remans K. & Meynen G.
(2007) Methode voor het bepalen van de
hemelluminantie, VITO, studie uitgevoerd
in opdracht van de Vlaamse
Milieumaatschappij, MIRA/2007/06,
www.milieurapport.be.

Vlaamse Verkeerstellingen (2006) Vlaamse
overheid, Agentschap Infrastructuur,
Afdeling Verkeerskunde.

Lectoren

**Kim Constandt, Jeroen Lavrijsen, Gilke
Pée, Gunther Van Broeck**, Afdeling Lucht,
Hinder, Risicobeheer, Milieu &
Gezondheid, Departement LNE

Rik David, Departement Verpleegkunde
en Biotechnologie, Katholieke
Hogeschool Zuid-West-Vlaanderen

José Gavilán, Afdeling Monitoring en
Studie, Departement LV

Walter Josson, Vlaams Agentschap Zorg
en Gezondheid

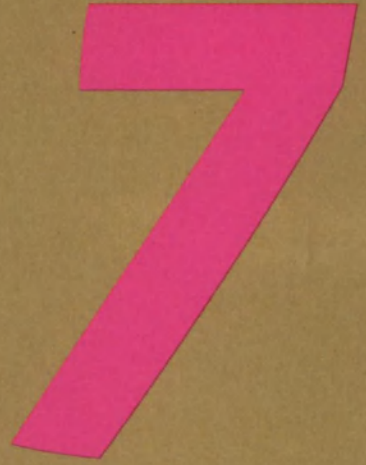
Claude Lybeer, WES vzw

Ann Top, Shanks Vlaanderen nv

Pieter Van Vooren, Afdeling Milieu-
Natuur- en Energiebeleid, Departement
LNE

Barbara Vanhooreweder, Agentschap
Infrastructuur

Enid Zwerts, Vakgroep Geografie, UGent



Hoofdpijnen

- Door de uitbreiding van de openbare saneringsinfrastructuur is de huishoudelijke belasting van het oppervlaktewater gestaag afgenomen sinds 1990. Om de Europese en Vlaamse doelstellingen te halen en de waterkwaliteit te verbeteren, moet die infrastructuur nog verder uitgebouwd en geoptimaliseerd worden.
- De druk op het oppervlaktewater door lozingen van bedrijfsafvalwater is in 2006 voor het eerst niet verder gedaald.
- De diffuse verliezen van stikstof door het mestgebruik in de landbouw liggen sinds 2003 een beetje lager dan daarvoor. De fosforverliezen dalen langzaam sinds 1999.
- De huishoudens en de landbouw hebben een veel groter aandeel in de belasting van het oppervlaktewater met nutriënten en zuurstofbindende stoffen dan de bedrijven.
- De evolutie van de totale druk op het oppervlaktewater en die van de fysisch-chemische kwaliteit ervan lopen vaak parallel. De beoogde kwaliteitsdoelstellingen zijn enkel haalbaar mits een aanzienlijke vermindering van de druk op het oppervlaktewater.

Kwaliteit oppervlaktewater

Druk op oppervlaktewater daalt, maar onvoldoende

Bob Peeters, MIRA, VMM

Ward De Cooman, Greet Vos, Ilse Theuns, Henk Maeckelberghe, Wim Debbaudt,

Afdeling Meetnetten en Onderzoek, VMM

Greet Timmermans, Afdeling Ecologisch Toezicht, VMM

Kor Van Hoof, Sofie Van Volsem, Jeroen Vanhooren, Lutgarde Hoebeke, Afdeling

Kwaliteitsbeheer, VMM

Hilde Soetaert, Afdeling Economisch Toezicht, VMM

Koen Martens, Ingrid Baten, Afdeling Water, VMM

Sara Claeys, Walter Steurbaut, Vakgroep Gewasbescherming, UGent

Inleiding

In dit hoofdstuk ligt de nadruk op de druk op het oppervlaktewater. De term 'belasting van het oppervlaktewater' zal vaak opduiken en slaat op de vuilvrachten, uitgedrukt in kilo's of tonnen per jaar, die effectief in het oppervlaktewater terecht komen. Indien huishoudelijk of bedrijfsafvalwater via een riolering naar een openbare rioolwaterzuiveringsinstallatie (RWZI) gaat, wordt de zuivering aldaar in rekening gebracht. Een aantal bronnen zijn nog niet gekwantificeerd (bv. nalevering vanuit waterbodems, diffuse bronnen van een aantal gevaarlijke stoffen) en zitten dus ook nog niet in de berekeningen.

Dat de beoogde Europese en Vlaamse fysisch-chemische en biologische kwaliteitsdoelstellingen nog veraf zijn, werd uitvoerig beschreven in MIRA-T 2005 en 2006. Dit hoofdstuk gaat dieper in op de oorzaken van die vaststellingen. Het is ook op de drukschakel van de milieuverstoringssketen dat de meeste maatregelen en instrumenten van het waterbeleid ingrijpen.

Het hoofdstuk begint met een bespreking, per doelgroep, van de belasting van het oppervlaktewater met zuurstofbindende stoffen en nutriënten. Daarna komen zware metalen, bestrijdingsmiddelen en andere gevaarlijke stoffen aan bod. Telkens krijgt de koppeling tussen druk- en toestandsindicatoren bijzondere aandacht. Tot slot wordt de uitbouw, werking en financiering van de openbare saneringsinfrastructuur uitgebreid besproken. Drie kaderteksten onderbreken de focustekst. Twee daarvan geven een korte samenvatting van recente studies: een over een statistische analyse van de waterkwaliteitsgegevens en een over effecten van hormoonverstoring in oppervlaktewater. Een laatste kadertekst presenteert nieuwe gegevens over de meandering van de Vlaamse waterlopen.

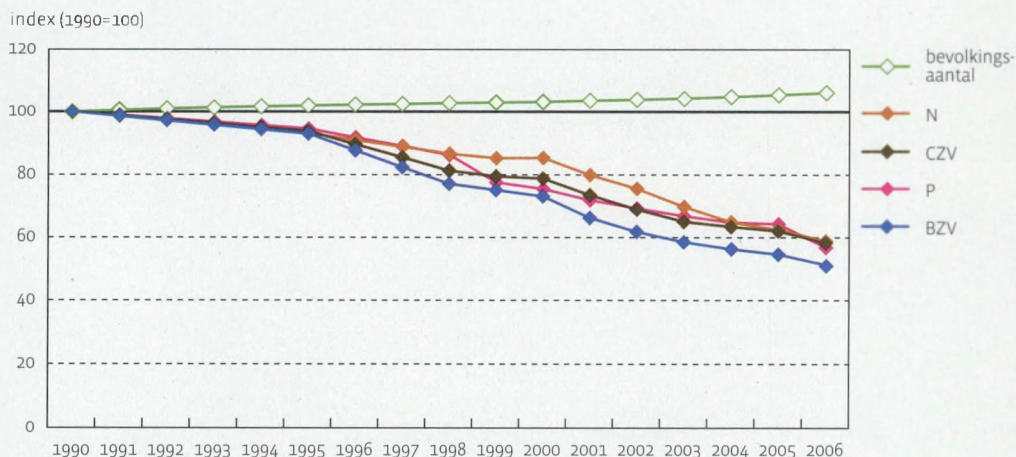


7.1 Zuurstofbindende stoffen en nutriënten

Huishoudelijke belasting oppervlaktewater daalt gestaag

Ondanks de lichte bevolkingstoename is de huishoudelijke belasting van het oppervlaktewater stelselmatig afgenomen sinds 1990 (figuur 7.1). Die afname varieert van 41 % voor stikstof tot 49 % voor biochemisch zuurstofverbruik. De indicator weerspiegelt niet de eventuele inspanningen van de huishoudens (bv. door gewijzigd productgebruik) maar wel die van de overheid om openbare saneringsinfrastructuur aan te leggen (zie deel 7.3 Uitbouw, werking en financiering van de openbare saneringsinfrastructuur).

Figuur 7.1: Huishoudelijke belasting van het oppervlaktewater met biochemisch zuurstofverbruik (BZV), chemisch zuurstofverbruik (CZV), stikstof (N) en fosfor (P) (Vlaanderen, 1990-2006)



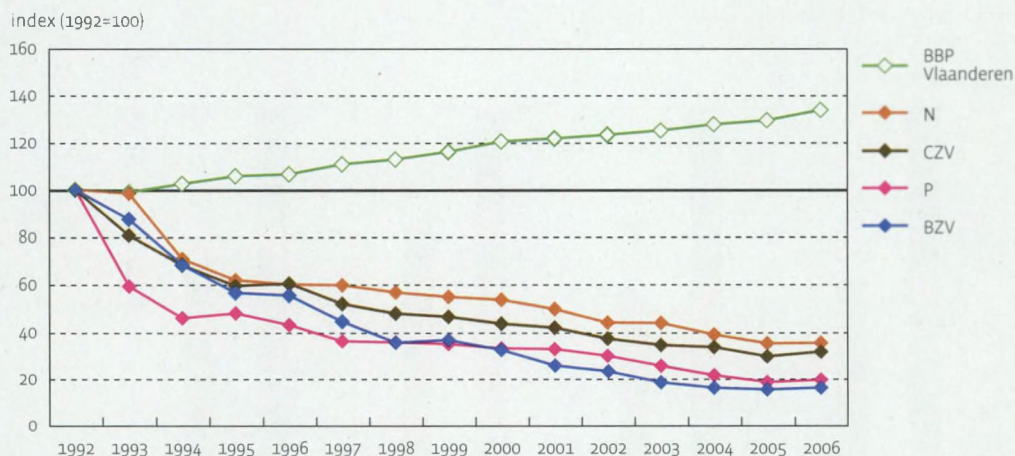
Bron: VMM

Burgers zijn wettelijk verplicht hun huishoudelijk afvalwater correct te lozen in de riolering indien die aanwezig is. Die aansluiting wordt niet systematisch gecontroleerd zodat er geen cijfers over zijn. Omdat er hier van uitgegaan wordt dat al het huishoudelijk afvalwater correct aangesloten is geven de cijfers in figuur 7.1 wellicht een te rooskleurig beeld. Er wordt ook geen rekening gehouden met eventuele lekken in de rioleringen, die kunnen leiden tot bodem- en/of grondwaterverontreiniging. Het afvalwater van nieuwbouwwoningen op plaatsen waar geen riolering is of voorzien is, moet ter plaatse gezuiverd worden in individuele behandelingsinstallaties voor afvalwater (IBA's). Samen met de verdere uitbouw en optimalisering van de openbare waterzuivering zullen die IBA's ervoor zorgen dat de huishoudelijke belasting van het oppervlaktewater de komende jaren verder zal dalen, op voorwaarde dat ze correct functioneren.

Belasting oppervlaktewater door bedrijven niet langer gedaald

Ondanks de sterke stijging van het Bruto Binnenlands Product van Vlaanderen (BBP) realiseerden de bedrijven een sterke daling van hun belasting van het oppervlaktewater (figuur 7.2). Vergeleken met 1992 waren hun vuilvrachten in 2006 gedaald met 84 % voor BZV en met 65 % voor N. Die daling was het meest uitgesproken in de periode 1992- 1994, sindsdien is ze minder sterk. Opvallend is dat die positieve trend zich in 2006 niet doorzette. Blijkbaar woog het effect van bijkomende milieu-investeringen niet langer op tegen de economische groei. De komende jaren zal blijken of hier sprake is van een echte trendbreuk.

Figuur 7.2: Belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P afkomstig van bedrijven* (Vlaanderen, 1992-2006)



* cijfers enkel gebaseerd op de bemonsterde bedrijven van de MIRA-sectoren industrie, energie en handel & diensten

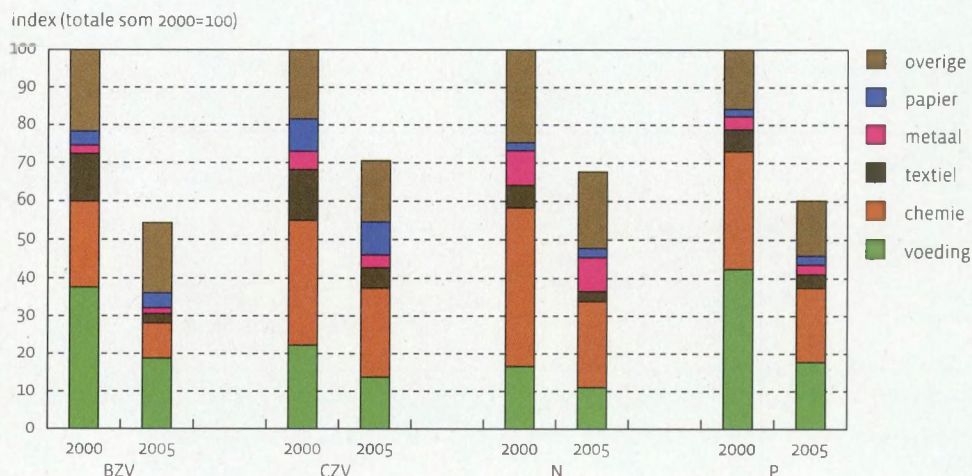
Bron: VMM

Als gevolg van de verstrengde lozingsnormen (via de VLAREM-vergunning), de betere handhaving, de invoering van schonere productiewijzen, de milieuheffing op bedrijfsafvalwater en het toegenomen milieubewustzijn hebben heel wat bedrijven een forse inspanning geleverd om hun vuilvrachten te reduceren. De impact van bedrijven die rechtstreeks lozen in oppervlaktewater is dan ook sterk gedaald. Ook de impact van de indirecte lozingen (ongezuiverd bedrijfsafvalwater via riolering naar het oppervlaktewater zonder zuivering op openbare RWZI) is sterk gedaald. Die daling is toe te schrijven aan de inspanningen van de bedrijven en aan de uitbouw van de openbare saneringsinfrastructuur. Er zijn steeds minder riolen die niet aangesloten zijn op een RWZI. Ook de lozingen van bedrijven in riolering die wel leidt naar een RWZI zijn gedaald, zij het in mindere mate. Die laatste daling is de resultante van twee verschillende evoluties: enerzijds worden steeds meer rioleringen aangesloten op een RWZI (waardoor de impact van indirecte lozingen dus daalt en er een grotere vuilvracht toekomt op de RWZI's), anderzijds werd een aantal bedrijven afgekoppeld van de openbare riolering. De zuiveringsrendementen van de

openbare RWZI's zijn verbeterd, het bedrijfsafvalwater dat er toekomt wordt er dus beter gezuiverd. Dit maakt dat de vuilvracht die na zuivering door RWZI's in het oppervlaktewater belandt, sterker gedaald is dan de industriële vuilvracht die toekomt op de RWZI's.

Figuur 7.3 geeft het aandeel van de deelsectoren in de belasting van het oppervlaktewater door de bedrijven met BZV, CZV, N en P in 2000 en 2005. De aandelen worden relatief uitgedrukt waarbij het totaal voor 2000 telkens naar 100 herrekend werd. De deelsectoren voeding, textiel en chemie nemen samen telkens meer dan de helft van de totale vrachten voor hun rekening, maar hun gezamenlijke aandeel is aanzienlijk gedaald. Zo waren die drie deelsectoren in 2005 verantwoordelijk voor 56 % van de totale BZV-vracht tegenover 72 % in 2000.

Figuur 7.3 : Aandeel van de deelsectoren in de belasting van het oppervlaktewater door bedrijven (Vlaanderen, 2000 en 2005)

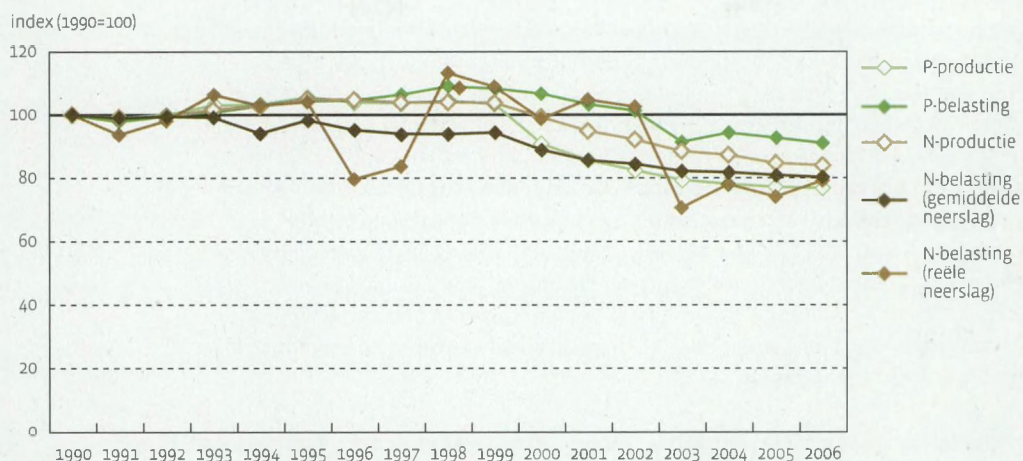


Bron: VMM

Belasting oppervlaktewater landbouw vertoont geringe daling

De belasting van het oppervlaktewater met stikstof en fosfor door het mestgebruik in de landbouw is in veel mindere mate gedaald dan die van de huishoudens en de bedrijven (figuur 7.4). De neerslagafhankelijkheid vertroebelt het beeld. Vooral de stikstofvrachten ondervinden een grote invloed van het neerslagpatroon. Daarom worden die vrachten ook gemodelleerd bij gemiddelde neerslag. De stikstofvrachten bij gemiddelde neerslag en de totale stikstofproductie uit dierlijke mest vertonen, zoals verwacht, een zeer gelijkaardige trend. Voor de fosforbelasting en -productie is dat in mindere mate het geval. Hoewel de fosforproductie gedaald is, is er nog steeds een overschot op de bodembalans. Hoeveel fosfor er daadwerkelijk uit- of afspoelt naar het oppervlaktewater wordt medebepaald door omgevingsfactoren zoals neerslag en bodemkarakteristieken (bv. erosiegevoeligheid).

Figuur 7.4: Belasting van het oppervlaktewater met N en P afkomstig van het mestgebruik in de landbouw (Vlaanderen, 1990-2006)



Bron: VMM

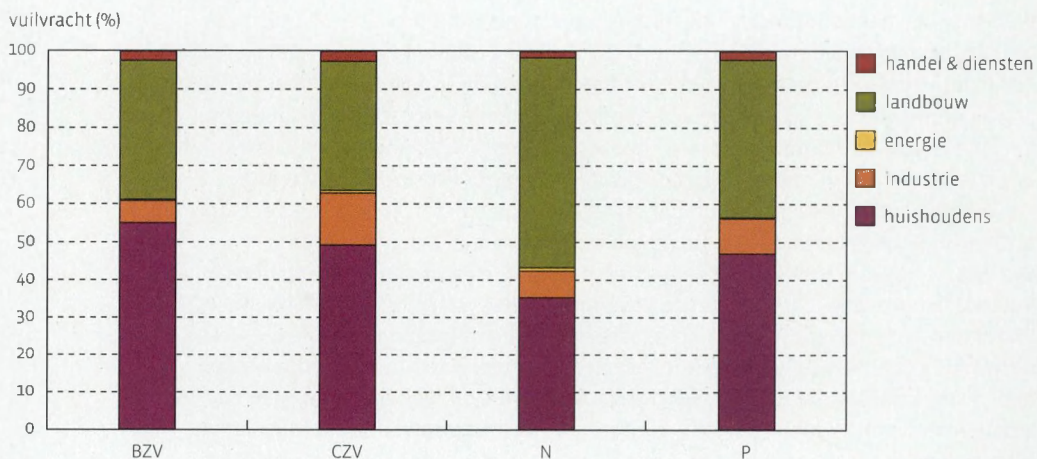
De bemesting moet beter afgestemd worden op de behoefte van de plant, rekening houdend met de bodemvoorraad. Zowel brongerichte maatregelen, voedertech-nische maatregelen, als aangepaste landbouwpraktijken (bv. dosering en timing mestgebruik, verbetering bodemkwaliteit) kunnen daartoe bijdragen. Het nieuwe Mestdecreet is sinds 1 januari 2007 van kracht. In uitvoering van de Europese Nitraat-richtlijn werd heel Vlaanderen als kwetsbaar gebied aangeduid. Elk van de specifieke vereisten van het actieprogramma inzake bemestingshoeveelheden, bemestings-tijdstip, opslagcapaciteit, regelgeving met betrekking tot aanwending van mest krijgt een invulling. Het opmeten van het nitraatstikstofresidu in de bodem in het najaar is een belangrijk beleidsinstrument om de oordeelkundige bemesting te stimuleren. Specifiek voor Vlaanderen zijn ook de bepalingen met betrekking tot mestverwerking en sensibilisatie door middel van waterkwaliteitsgroepen. Er wordt nogal wat verwacht van mestverwerking, omdat, in tegenstelling met het vorige decreet, de uitbreiding van de landbouwbedrijven nu mogelijk is mits mestverwerking. Die uitbreiding is echter gebonden aan de voorwaarde dat de nutriëntenbalans in Vlaanderen in evenwicht is en dat de kwaliteit van het water verbetert. Er kunnen uitzonderingen op bedrijfsniveau toegestaan worden mits voldoende mest-verwerking op Vlaams niveau en mits bewezen mestverwerking op bedrijfsniveau. In de waterkwaliteitsgroepen bespreken landbouwers onder begeleiding van de Mestbank mogelijkheden voor de verbetering van de waterkwaliteit. Of die nieuwe wetgeving ook tot een verbeterde waterkwaliteit leidt, zal de toekomst uitwijzen. Ook erosiebestrijdingsmaatregelen dragen bij tot een verlaging van de verontrei-niging van oppervlaktewater. Aan het geërodeerde sediment zijn immers nutriënten (en metalen) gehecht.

Huishoudens en landbouw belangrijkste bronnen van zuurstofbindende stoffen en nutriënten

Voor de parameters BZV, CZV, N en P kan het aandeel van de doelgroepen opgemaakt worden met cijfers voor 2005 (figuur 7.5). De huishoudens hebben nog steeds een groot aandeel in de belasting van het oppervlaktewater. Zowel voor BZV, CZV als P vormen zij de belangrijkste bron. Het aandeel van de huishoudelijke vuilvracht na zuivering op RWZI in de totale huishoudelijke belasting van het oppervlaktewater, varieert van 6 % voor BZV tot 33 % voor N. De landbouw is verantwoordelijk voor het grootste aandeel van de totale stikstofvracht die in het oppervlaktewater terechtkomt. Wat BZV, CZV en P betreft, komt de landbouw op de tweede plaats. Erfafspoeling van de veehouderij heeft een belangrijk aandeel in de BZV- en de CZV-vracht van de landbouw. Daarnaast is bodemerosie erg belangrijk voor de CZV-verliezen. Opvallend is het relatief kleine aandeel van de sectoren industrie, energie en handel & diensten.

In het onderzoek van Ecolas (2006) naar de verontreiniging van het oppervlaktewater met BZV en CZV door de landbouw werd ook aandacht besteed aan natuurlijke processen. Die cijfers werden niet verwerkt in figuur 7.5. Vooral de CZV-vracht door drainage en grondwater blijkt belangrijk. Die vracht is ongeveer even groot als 30 % van de totale vracht die wel toegeschreven kon worden aan de sectoren. De bijdrage van regenwater en bladval in de waterloop bleek dan weer minimaal.

Figuur 7.5: Aandeel van de doelgroepen in de sectorgerelateerde* belasting van het oppervlaktewater met BZV, CZV, N en P (Vlaanderen, 2005)



* Een deel van de belasting van het oppervlaktewater met BZV en CZV kon niet eenduidig toegeschreven worden aan een sector. Het gaat daarbij over natuurlijke processen waarvan aanvoer via drainage en grondwater veruit de belangrijkste is. Die cijfers zitten niet vervat in die figuur.

Bron: VMM, Ecolas (2006)

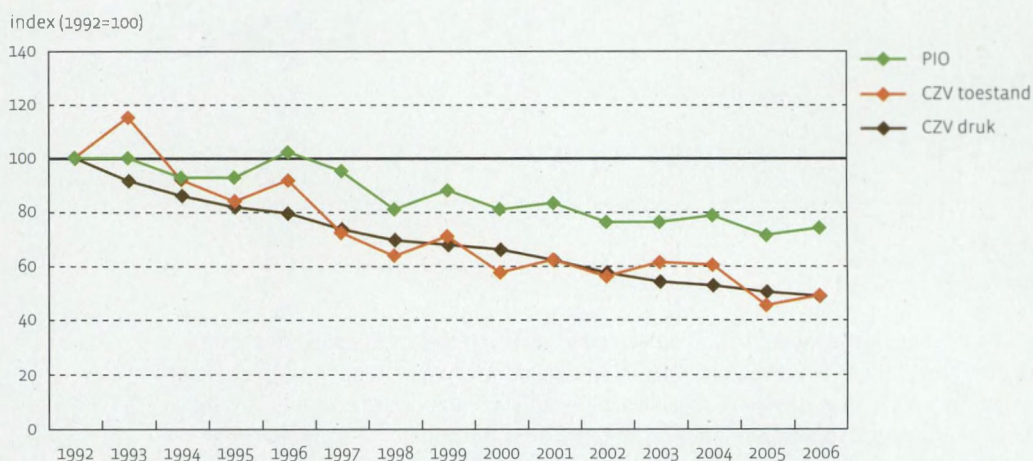
Koppeling druk en toestand oppervlaktewater

Logischerwijs valt te verwachten dat de kwaliteit van het oppervlaktewater een gelijkaardige evolutie vertoont als de vuilvrachten die effectief in het oppervlaktewater terechtkomen. De vraag is nu in welke mate dat het geval is. Om die koppeling te illustreren, geven figuren 7.6 en 7.7 druk- en toestandsindicatoren samen weer. De som van de vuilvrachten van huishoudens, bedrijven en landbouw geven de drukindicatoren. De toestandsindicatoren zijn de gemiddelde waarden van geselecteerde meetpunten in oppervlaktewateren. Omdat vuilvrachten en concentraties in verschillende eenheden uitgedrukt worden, worden hier relatieve en dus dimensieloze evoluties gegeven met 1992 als referentiejaar.

De evoluties van de gemiddelde CZV-concentratie in oppervlaktewater ('CZV toestand') en van de CZV-vuilvracht naar het oppervlaktewater ('CZV druk') vertonen een zeer gelijkaardig verloop (figuur 7.6). De sterke daling van de CZV-druk door huishoudens en bedrijven heeft ertoe bijgedragen dat de toestand m.b.t. CZV ook sterk verbeterd is.

De Prati-index voor zuurstofverzadiging (PIO) geeft een algemeen beeld van de zuurstofhuishouding. Zowel te weinig als te veel zuurstof wordt negatief beoordeeld. Een daling van de index weerspiegelt een verbetering van de situatie. Ook de Prati-index is in de loop der jaren merkbaar verbeterd, sinds 2002 is er weinig of geen verbetering meer.

Figuur 7.6: Koppeling tussen druk- en toestandsindicatoren voor zuurstofhuishouding (Vlaanderen, 1992-2006)



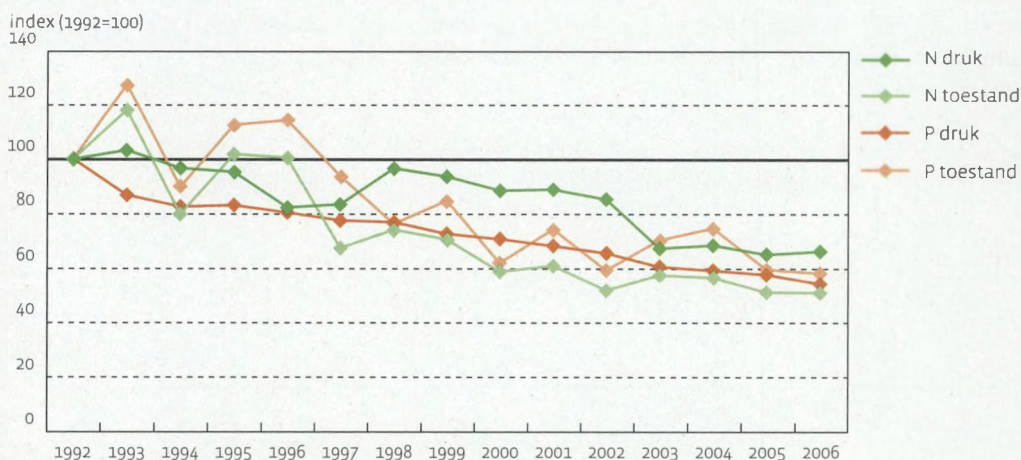
Bron: VMM

Figuur 7.7 geeft de koppeling tussen druk en toestand voor de nutriënten N en P. De vuilvrachten betreffen telkens het totaal van N- en P-componenten. De stikstofconcentraties zijn berekend als de som van nitraat (en nitriet) en Kjeldahlstikstof (= som ammonium en organische stikstof). Voor fosfor zijn de gemiddelde orthofos-

faatconcentraties weergegeven. Beide stikstofindicatoren vertonen een vrij grillig verloop. Dat heeft onder meer te maken met de invloed van de neerslag. Meer neerslag betekent meer stikstofverliezen vanuit de landbouw, maar ook meer verdunning in het oppervlaktewater. Dat laatste geldt ook voor de fosforconcentraties, zij het in mindere mate. Er worden wel hogere fosforconcentraties verwacht bij grillige neerslagpatronen omdat gesedimenteerde deeltjes terug in oplossing kunnen gaan (resuspensie).

De laatste jaren is er geen verbetering merkbaar voor de N-indicatoren. Dat heeft in de eerste plaats te maken met de verliezen vanuit de landbouw die niet verder gedaald zijn. Ook de bedrijfslozingen lagen in 2006 hoger dan in 2005, maar dat heeft een minder groot effect op het totaalbeeld. De P-vracht die in het oppervlaktewater terechtkomt ('P druk') kent de laatste jaren nog wel een licht positieve evolutie, die vooral toegeschreven mag worden aan het hogere aantal op RWZI aangesloten inwoners en een hoger zuiveringsrendement voor fosfor. De fosfaatconcentraties vertonen de laatste jaren geen duidelijke trend.

Figuur 7.7: Koppeling tussen druk- en toestandsindicatoren voor nutriënten (Vlaanderen, 1992-2006)



Bron: VMM

Kort samengevat: de kwaliteit van de Vlaamse oppervlaktewateren blijkt de laatste jaren weinig of niet te verbeteren. Om de huidige normen en de toekomstige doelstellingen te halen zijn in de eerste plaats verdere vuilvrachtreducties nodig. Daarnaast is het nodig structuurkenmerken te verbeteren en waterbodems te saneren zodat ook het zelfreinigende vermogen van de waterlopen verhoogt.

Statistische analyse van de waterkwaliteitsgegevens bevestigt vroegere conclusies

VMM volgt al vele jaren de evolutie van de kwaliteit van het oppervlaktewater op. Trendanalyse beperkt zich tot de bepaling van het jaarlijkse gemiddelde of de mediaan van alle meetplaatsen, zonder verdere statistische analyse. De klassieke statistische methoden (bv. t-test om gemiddelden te vergelijken) kunnen niet correct toegepast worden op de gegevens van de meetdatabank omdat die methoden onafhankelijkheid van de metingen veronderstellen. In die context betekent onafhankelijkheid dat het resultaat van een meting geen enkel verband vertoont met het resultaat van een andere meting. Metingen op eenzelfde meetplaats zijn echter niet onafhankelijk van elkaar, waarbij metingen die kort na elkaar gebeurden meestal sterker afhankelijk zijn dan metingen met een grotere tussenperiode. Hetzelfde geldt voor metingen die langs eenzelfde waterloop liggen: zij vertonen ruimtelijke afhankelijkheid. Bijkomende moeilijkheid is dat niet alle meetplaatsen elk jaar bemonsterd worden en dat de tussenperiode tussen twee metingen niet telkens exact dezelfde is.

In een studie in opdracht van MIRA werd een statistische methode ontwikkeld die rekening houdt met de specifieke kenmerken van de meetdatabank (Thas, 2007). In de eerste plaats werd een trenddetectie gedaan per individuele meetplaats en per variabele (O_2 , BZV, CZV, NO_3 , NH_4 , oPO_4). Daartoe worden de gemiddelde waarden van elk jaar uit de periode 1990-2004 vergeleken met 2005, rekening houdend met seizoensgebonden variabiliteit. Vervolgens wordt een trendanalyse gedaan op verschillende aggregatieniveaus, bv. per bekken en voor gans Vlaanderen. Daartoe wordt voor een

gegeven aggregatieniveau ook weer de gemiddelde concentratie vergeleken met die van 2005, opnieuw rekening houdend met seizoensgebonden variabiliteit.

De resultaten op Vlaams niveau bevestigen in grote lijnen de conclusies van eerdere analyses. De gemiddelde concentraties BZV, CZV, NH_4 en oPO_4 daalden in de jaren 90, maar sindsdien wordt een stagnatie vastgesteld. Statistisch significante verschillen t.o.v. 2005 worden enkel vastgesteld in de jaren 90. Het aantal meetplaatsen waar de toestand verbeterde, al dan niet significant, was in de jaren 90 duidelijk groter dan het aantal meetplaatsen dat achteruit ging. Sinds 2000 zijn er meestal nog steeds relatief meer plaatsen waar de kwaliteit verbeterd, maar het verschil wordt kleiner. Hetzelfde fenomeen, maar minder uitgesproken, doet zich voor bij O_2 , waar het uiteraard een stijging betreft. De gemiddelde nitraatconcentratie vertoont geen duidelijke trend, net zoals de verhouding van meetplaatsen met verbetering t.o.v. meetplaatsen met achteruitgang. De stagnatie sinds 2000 betekent echter niet dat op alle meetplaatsen de concentraties gelijk blijven. Een aantal plaatsen verbetert wel degelijk nog steeds, op een klein percentage daarvan gaat het zelfs om een statistisch significante verbetering. Aan de andere kant is er, soms een bijna even groot, aantal plaatsen waar de situatie achteruitgaat. In een beperkt aantal gevallen wordt zelfs een significante achteruitgang vastgesteld. Aan het standstillbeginsel, een van de basisbeginselen van het Vlaamse milieubeleid dat stelt dat de bestaande kwaliteit minstens behouden moet blijven, wordt dus niet op alle meetplaatsen voldaan.

7.2 Milieugevaarlijke stoffen

Belasting oppervlaktewater met zware metalen daalt te traag

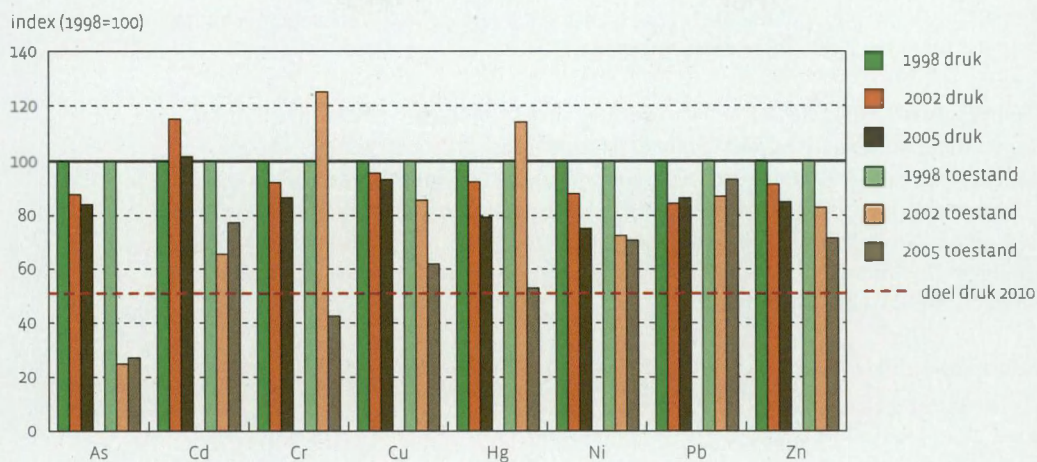
De belasting van de oppervlaktewateren neemt voor de meeste metalen af (figuur 7.8). De belasting van het oppervlaktewater door de huishoudens is voor alle metalen afgenomen door het hogere percentage inwoners waarvan het afvalwater gezuiverd wordt door een RWZI. Voor de meeste metalen lagen de lozingen vanuit de industrie in 2005 merkbaar lager dan in 1998. Bodemerosie is voor de meeste metalen een belangrijke tot zeer belangrijke bron. De cijfers voor bodemerosie moesten bij gebrek aan gegevens constant gehouden worden over de hele periode. Dat heeft uiteraard zijn weerslag op de trendresultaten.

In de lozingen van zware metalen door bedrijven zitten soms opvallende sprongen. Ter illustratie van de vele mogelijke oorzaken worden hier enkele specifieke voorbeelden aangehaald. De lozingen van cadmium en lood door een bedrijf van de non-ferroindustrie zijn in enkele jaren tijd gehalveerd. Via neerslag van die metalen met sulfide en een geoptimaliseerde pH-sturing kunnen de metalen beter uit het afvalwater gehaald worden. De bodemsanering van een zinkfabriek lag aan de basis van een tijdelijke verhoging van de geloosde hoeveelheden zink en cadmium. De lozingen van metalen hangen soms ook sterk af van de aanwezigheid van metalen in de gebruikte grondstoffen (bv. lood in schroot dat mee gesmolten wordt bij staalproductie of cadmium aanwezig in hout voor papierproductie). Verder onderzoek is nodig om meer algemene conclusies te kunnen trekken.

De doelstelling van het Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3) (50 % reductie van de druk in 2010 t.o.v. 1998) werd voor geen enkel metaal reeds bereikt. Om de doelstelling te halen, zijn bijkomende inspanningen vereist, zowel naar specifieke puntbronnen als naar diffuse bronnen. Gezien het grote aandeel van erosie, zullen erosiebestrijdingsmaatregelen belangrijke effecten hebben op de totale vuilvracht van zware metalen naar het oppervlaktewater.

De belasting van het oppervlaktewater met koper, nikkel, lood en zink en de trend van de gemiddelde concentraties van die metalen in oppervlaktewater vertonen een vrij gelijkaardig verloop. Voor arseen, cadmium, chroom en kwik is dat veel minder of niet het geval. Dat kan te wijten zijn aan de onvolkomenheden van de bronneninventarisatie (bv. onbekende bronnen, schattingen met grote onzekerheid) en van de meetgegevens in oppervlaktewater (bv. selectie meetpunten, veel waarden onder detectielimiet), maar ook aan het gegeven dat zware metalen zich verdelen over de waterkolom, het zwevend stof en de waterbodem nadat ze in het oppervlaktewater terecht komen.

Figuur 7.8: Zware metalen in oppervlaktewater: druk en toestand (Vlaanderen, 1998-2005)



druk=totale hoeveelheid zware metalen die in het oppervlaktewater terecht komen

toestand=3-jaarlijkse gemiddelde concentratie (bv. 1998=gemiddelde van 1996, 1997 en 1998)

Bron: VMM

Milieugevaarlijke stoffen in bedrijfsafvalwater

Om een selectie te maken uit het brede gamma aan gevaarlijke stoffen die geïnventariseerd worden, werd nagegaan in welke mate stoffen geloosd worden aan concentraties boven de (ontwerp)norm voor de aanwezigheid van die stoffen in oppervlaktewater (VMM, 2007). In de top 10 die daaruit voortkwam, zaten vier metalen (cadmium, kwik, lood en nikkel, zie hoger). De zes overige behoren tot de polycyclische aromatische koolwaterstoffen (PAK's) en de vluchtige organische stoffen (VOS).

PAK's zijn organische verbindingen die onder meer gevormd worden bij de onvolledige verbranding van steenkool, olieproducten, hout en houtskool. Ze worden frequent gedetecteerd in oppervlaktewater (VMM, 2007). Vooral de chemiesector en de petroleumraffinaderijen hebben een groot aandeel in de lozingen van PAK's (m.n. PAK 16, benzo(g,h,i)peryleen, indeno(1, 2, 3-cd)pyreen). De lozing van PAK's is onder meer gerelateerd aan het raffinageproces, waarbij de PAK's zich vastzetten op de zwevende deeltjes. Een betere verwijdering van zwevende deeltjes in de waterzuivering kan dus zorgen voor lagere lozingen van PAK's. Ook bij de verwerking van nafta, butaan en propaan tot basisproducten voor de chemie komen grote hoeveelheden PAK's in het afvalwater vrij. De totale lozing van PAK 16 in oppervlaktewater is echter vele malen kleiner dan de lozingen in de lucht.

Voor de lozing van trichloormethaan (VOS) is vooral de papiersector verantwoordelijk. Hoe die stof in het afvalwater terecht komt is nog niet helemaal duidelijk, mogelijk is ze afkomstig van de vereiste kleurcorrectie van het afvalwater. Ze kan ook ontstaan door reactie van vrije chloor (bv. uit bleekwater) met organische stof in

waterig milieu. Minder gebruik van vrije chloor leidt tot lagere uitstoot van trichloormethaan. Hoewel trichloormethaan in de top 10 zit van stoffen die geloosd worden boven de (ontwerp)norm voor oppervlaktewater, werden er in 2006 geen normoverschrijdingen in oppervlaktewater vastgesteld. Dat heeft wellicht vooral te maken met het vluchtige karakter van trichloormethaan.

Bedrijfsafvalwater is slechts een van de mogelijke bronnen van gevaarlijke stoffen. Zo duidt de Nederlandse emissie-inventaris de sector verkeer en vervoer aan als belangrijkste bron van PAK's in water, vooral door de uitloging van de scheepshuid (buitenbekleding scheepsromp) en het gebruik van verduurzaamd hout in de waterbouw. Huishoudelijk afvalwater blijkt de grootste bron van trichloormethaan te zijn in Nederland (bv. door het gebruik van bleekwater). Onderzoek moet uitwijzen of dat ook geldt voor Vlaanderen.

Druk op waterleven door gebruik gewasbeschermingsmiddelen net niet voldoende gedaald

Er zijn geen betrouwbare cijfers beschikbaar over de hoeveelheid bestrijdingsmiddelen die in het oppervlaktewater terechtkomt. De Seq-indicator is een alternatief en is een maat voor de risico's voor het waterleven verbonden aan het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen door landbouwers en andere gebruikers (bv. particulieren, overheidsdiensten). Daarbij wordt de jaarlijks verkochte hoeveelheid per gewasbeschermingsmiddel gewogen naar ecotoxiciteit voor waterorganismen en verblijftijd. Daaruit volgt per middel een verspreidingsequivalent die dan gesommeerd wordt voor alle gewasbeschermingsmiddelen gebruikt in Vlaanderen.

In 2005 werd een reductie van 47 % gehaald ten opzichte van het referentiejaar 1990, maar er was wel een lichte stijging ten opzichte van 2004. De doelstelling van het MINA-plan 3 (-50 %) werd net niet gehaald. Het verbod op een aantal zeer toxische middelen, vooral lindaan en parathion, heeft in belangrijke mate bijgedragen aan de daling van de indicator.

Toch komen een aantal stoffen nog voor in het oppervlaktewater in concentraties die mogelijk acute en/of chronische effecten bij waterorganismen kunnen veroorzaken. Zo kwamen in 2006 diazinon, dichloorvos, dimethoaat, endosulfan, isoproturon en linuron op meer dan 10 % van de meetplaatsen voor in concentraties boven de referentiewaarde voor acute toxiciteit (VMM, 2007). De aanwezigheid van bestrijdingsmiddelen in oppervlaktewater kan ook leiden tot problemen bij de drinkwaterproductie.

Hormoonverstorende activiteit en effecten aangetoond in Vlaamse oppervlaktewateren

Het gaat nog steeds niet goed met de vispopulaties in de Vlaamse oppervlaktewateren. Van alle onderzochte meetplaatsen in de periode 2002-2007 scoort bijna tweederde ontoereikend of slecht. Ongetwijfeld speelt de algemene waterkwaliteit en vooral dan de zuurstofhuishouding daarin een cruciale rol. Ook habitatdegradatie (bv. door rechttrekking van waterlopen) en migratieknelpunten (bv. stuwen) hebben een negatief effect. Maar wat zijn de effecten van hormoonverstorende stoffen op de Vlaamse zoetwatervissen?

De stoffen waarvoor duidelijke aanwijzingen bestaan dat ze een hormoonverstorende werking kunnen hebben, behoren tot een breed gamma van structureel verschillende stofgroepen. Het zijn onder meer een aantal bestrijdingsmiddelen (bv. atrazine), gehalogeneerde koolwaterstoffen (PCB's en dioxines), weekmakers van kunststoffen (bv. ftalaten), detergenten en hun afbraakproducten (bv. alkylfenolen) en tributylverbindingen. Daarnaast zijn er nog de lichaamseigen hormonen zelf (17 β -oestradiol, oestron en oestriol) en de synthetische hormonen (bv. ethinyl-oestradiol, de actieve stof in de anticonceptiepill). Onder de hormoonverstorende stoffen is de aandacht momenteel vooral gericht op de 'xeno-oestrogenen'. Het zijn stoffen die de werking van het vrouwelijk geslachtshormoon 17 β -oestradiol kunnen nabootsen of de werking ervan blokkeren.

Berckmans et al. (2007) voerden een veldonderzoek naar hormoonverstorende effecten in de Vlaamse oppervlaktewateren. In een eerste deel werd de oestrogene activiteit in water gemeten met een biotest. Een gisttest, gebaseerd op het sleutelslotprincipe van oestrogeen en de oestrogeenreceptor, werd toegepast op extracten van waterstalen. In een tweede deel werden op

dezelfde plaatsen gevangen blankvoorns onderzocht op biomerkers (tekenen) van hormoonverstoring. Daartoe werd bij mannelijke vissen het dooierewit (vitellogenine) bepaald, dat normaal niet of in zeer beperkte mate door mannelijke vissen wordt aangemaakt. Daarnaast werd het weefsel van hun geslachtsorganen onderzocht op de aanwezigheid van vrouwelijke eicellen.

De oestrogene activiteit, bepaald met de gisttest, bleek op elk van de 36 meetplaatsen meetbaar. Zowel op plaatsen met een goede, matige als slechte waterkwaliteit was de oestrogene activiteit duidelijk aanwezig. Hormoonverstoring blijkt dus ruim verspreid in de Vlaamse oppervlaktewateren.

Op 11 van de 18 locaties werd bij de meerderheid van de mannelijke blankvoorns een verhoogd vitellogeninegehalte gemeten. In hun geslachtsorganen werd de aanwezigheid van diverse rijpingsstadia van eicellen opgemerkt: in de helft van de bemonsterde mannelijke vissen waren er dergelijke tekenen van vervrouwelijking. Ook die verstoring bleek algemeen verspreid over de bemonsterde plaatsen.

Het onderzoek toonde een verband tussen de gemeten parameters voor oestrogene verstoring en de kwaliteit van de levensgemeenschap op basis van de visindex en de Belgische Biotische Index die gebaseerd is op ongewervelden. Op basis van hogergenoomde studie kan evenwel geen uitspraak gedaan worden over het oorzakelijke verband tussen hormoonverstoring en een lagere kwaliteit van de levensgemeenschap.

De onderzoekers concluderen dat hormoonverstoring een gerichte aanpak vereist van de stoffen met pseudo-oestrogene activiteit en een studie op lange termijn naar het reproductiesucces van natuurlijke vispopulaties.

7.3 Uitbouw, werking en financiering van de openbare saneringsinfrastructuur

Om de impact op de waterkwaliteit te verminderen, zuiveren RWZI's het afvalwater van huishoudens, diensten en bedrijven die in de riolering lozen. Bij de verzameling, het transport en de zuivering van dat afvalwater wordt een onderscheid gemaakt tussen de gemeentelijke en bovengemeentelijke opdracht. De fijnmazige inzameling van het afvalwater is een gemeentelijke opdracht. De bovengemeentelijke of gewestelijke opdracht omvat de opname van het door de gemeente ingezamelde afvalwater, het transport naar en de zuivering door een zuiveringsinstallatie (zie verder Financiering en kostenterugrekening openbare saneringsinfrastructuur voor meer details over de specifieke taakverdeling inzake waterzuivering). Verschillende indicatoren illustreren de mate waarin de gemeentelijke en bovengemeentelijke opdrachten vorderen.

Doelstellingen uitbouw openbare saneringsinfrastructuur niet tijdig gehaald

De Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater stelt specifieke doelstellingen voor de uitbouw van de openbare saneringsinfrastructuur. Agglomeraties groter dan 10 000 inwonerequivalenten (IE) moesten voor eind 1998 op een RWZI aangesloten zijn. Daarnaast stelt de richtlijn dat de agglomeraties van 2 000 tot 10 000 IE tegen eind 2005 van centrale zuivering voorzien moesten zijn. De richtlijn vereist bijkomend dat alle RWZI's, die gelegen zijn in agglomeraties groter dan 10 000 IE, nutriënten (stikstof en fosfor) verwijderen uit het afvalwater. Hoewel het aantal RWZI's sterk is toegenomen, van 105 in 1990 naar 216 in 2006 (figuur 7.9), werden de Europese doelstellingen niet tijdig gehaald. Eind 2006 waren in Vlaanderen 107 installaties in agglomeraties groter dan 10 000 IE (doelstelling 115), 68 in agglomeraties van 2 000 tot 10 000 IE (doelstelling 82) en 41 in agglomeraties kleiner dan 2 000 IE. Op een uitzondering na (RWZI Tervuren) zitten de laatste nog te bouwen RWZI's groter dan 10 000 IE in opstartfase. In 2006 werden de laatste renovaties van installaties afgerond zodat die nutriëntenverwijdering voor het eerst in alle bestaande RWZI's in agglomeraties groter dan 10 000 IE gerealiseerd werd.

De *uitvoeringsgraad rioleringen* omvat het aantal inwoners waarvan het afvalwater vandaag op de riolering is aangesloten ten opzichte van het aantal inwoners dat door de gemeente bij opmaak van de TRP's (Totaal Rioleringsplan) voorzien werd om aangesloten te worden. De indicator weerspiegelt dus de inspanningen van de gemeenten om het huishoudelijk afvalwater in te zamelen. Momenteel loopt een grootschalige operatie om de TRP's te actualiseren door middel van zoneringsplannen. Dit initiatief is nog lopend en wordt verder afgerond in 2007-2008. Alhoewel de TRP's geen wettelijk statuut meer hebben, blijft het relevant om ernaar te verwijzen zolang de zoneringsplannen niet definitief goedgekeurd zijn.

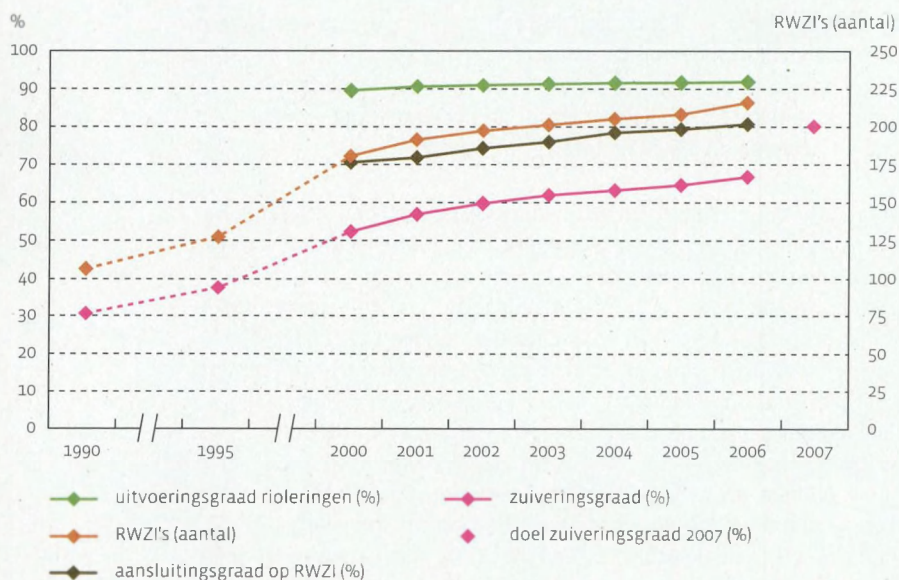
De uitvoeringsgraad in Vlaanderen bedroeg eind 2006 91,8 % (figuur 7.9). De uitbouw van het rioleringsnet neemt zeer traag toe omwille van verschillende redenen. Ten eerste is de aanleg van rioleringen duur. Daarnaast is het zo dat de toestand van

bepaalde rioleringen zeer slecht is en heel wat gemeenten bestaande rioleringen renoveren. In een beweging wordt dan veelal ook een gescheiden stelsel aangelegd. In dat geval wordt er wel veel geld geïnvesteerd in betere rioleringen, maar worden geen extra woningen aangesloten. Een aantal gemeenten is nog onvoldoende geresponsabiliseerd. Zo waren er in 2006 nog steeds zeven gemeenten die een uitvoeringsgraad hadden lager dan 60 %. Op basis van de projectaanvragen die door die gemeenten werden ingediend bij het gewest wordt niet verwacht dat er in de toekomst veel zal veranderen bij die gemeenten.

De *zuiveringsgraad* is het percentage van de inwoners waarvan het afvalwater, na transport via het riolerings- en collecteringsnetwerk, daadwerkelijk gezuiverd wordt in een RWZI. Daarbij wordt aangenomen dat het afvalwater van de betrokkenen correct is aangesloten op de riolering. Eind 2006 bedroeg de zuiveringsgraad 66,6 % (figuur 7.9). Het lijkt erop dat Vlaanderen recent aansluiting heeft gevonden bij de middenmoot van de EU-27. Toch is het verschil nog groot met landen als Nederland, het Verenigd Koninkrijk en Duitsland. Dat is vooral het gevolg van de historische achterstand die Vlaanderen had en van de ruimtelijke structuur (lintbebouwing e.d.) van Vlaanderen. De doelstelling van het MINA-plan 3 (80 % zuiveringsgraad tegen eind 2007) zal niet tijdig gehaald worden. Dat heeft onder meer te maken met een groot aantal geblokkeerde projecten (bv. door het ontbreken van een bouwvergunning). Recent werd voor heel wat van die projecten een oplossing gezocht en gevonden. Omdat er na deblokkering steeds een zekere tijd nodig is voor aanbesteding, gunning en uitvoering van projecten zullen de effecten van die inspanningen pas de komende jaren zichtbaar worden. Daarnaast ligt het aantal inwoners per project lager. Projecten waarbij een groot aantal inwoners aangesloten werd, kregen in het verleden immers prioriteit.

Omdat de zuiveringsgraad nooit 100 % zal bedragen (zie verder), werd een bijkomende indicator ontwikkeld. De *aansluitingsgraad* is de mate waarin de rioleringen, die het gewest via bovengemeentelijke investerings- en optimalisatie-programma's gepland heeft om op een RWZI aan te sluiten, ook effectief aangesloten zijn op de RWZI. Eind 2006 bedraagt die 80,6 % (figuur 7.9). Ook die indicator geeft aan dat de Vlaamse overheid nog heel wat werk voor de boeg heeft om haar taken inzake openbare waterzuivering volledig te realiseren.

Figuur 7.9: Uitbouw van de openbare saneringsinfrastructuur (Vlaanderen, 1990-2006)



Bron: VMM

Een deel van de bevolking zal nooit aangesloten worden op de grootschalige zuiveringsinfrastructuur (afgelegen huizen, discontinue lintbebouwing). Daarom gaat in landelijke gebieden (buitengebied) meer aandacht naar kleinschalige waterzuivering. De lozingen van de betrokken inwoners moeten worden gezuiverd, ofwel door de huishoudens zelf in individuele installaties (septische put of individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater, IBA's), ofwel in kleinschalige waterzuiveringsinrichtingen (KWZI's) (voor 20-2000 IE). Het kan ook zijn dat de gemeente of een door de gemeente aangestelde entiteit (een gemeentebedrijf, een intercommunale of intergemeentelijk samenwerkingsverband of een exploitant van een openbaar waterdistributienetwerk) instaat voor de bouw of exploitatie van de IBA.

Werking en beheer zuiveringsinfrastructuur moeten nog verder verbeteren

Evaluatie van de werking van de RWZI's

De gewogen gemiddelde verwijderingsrendementen voor Vlaanderen van het biochemisch zuurstofverbruik (BZV), het chemisch zuurstofverbruik (CZV) en zwevende stoffen (ZS) bleven in 2006 stabiel op respectievelijk 97 %, 88 % en 94 %. Dat wordt als optimaal beschouwd. Het verwijderingsrendement voor fosfor steeg met 6 % naar 84 %. De invoering van een rendementseis voor die parameter ligt aan de basis van de stijging, welke door extra toevoeging van chemicaliën werd bewerkstelligd. De stijging van het rendement voor stikstof zette zich ook in 2006 door.

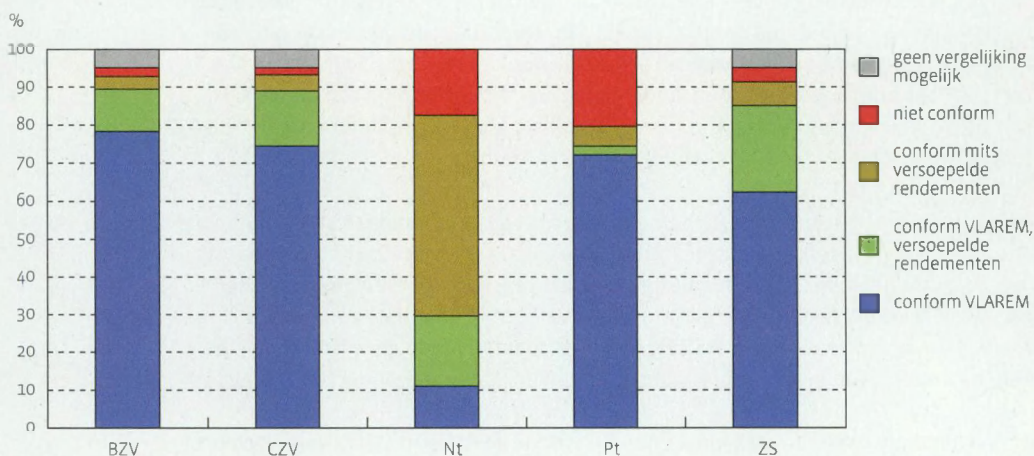
Middels een stijging van 5 % werd de doelstelling van 75 % bereikt op Vlaams niveau. De verklaring daarvoor is het toegenomen aantal RWZI's dat stikstof kan verwijderen.

Sinds 2004 moeten RWZI's voldoen aan concentratienormen voor hun effluent en aan minimumrendementen. Omdat niet alle RWZI's die normen meteen kunnen halen, kunnen in de vergunning versoepelingen opgenomen worden, die wel steeds gepaard gaan met een *herstelprogramma*. Binnen 5 jaar moeten de nodige maatregelen genomen worden zodat die versoepelingen aangescherpt kunnen worden.

Voor een aantal installaties is in de vergunning opgenomen dat ze ofwel aan de vooropgestelde rendementen ofwel aan de vooropgestelde effluentconcentraties moeten voldoen. Dit betekent dat installaties die de vooropgestelde rendementen niet halen en dus in figuur 7.10 geklasseerd worden als niet conform, toch kunnen voldoen aan hun vergunningsvoorwaarden. Zowel voor stikstof als voor fosfor haalt ongeveer 20 % van de RWZI's de vooropgestelde rendementen niet (niet conform). Vooral voor stikstof voldoen veel RWZI's (53 %) aan de versoepelde rendementen maar nog niet aan de doelstellingen van VLAREM (conform mits versoepelde rendementen). Een aantal RWZI's (19 %) voldeed aan de VLAREM-doelstellingen in 2006 maar had toch versoepelde normen (conform VLAREM, versoepelde normen). Het zuiveringsrendement van de RWZI's die momenteel niet conform zijn of conform mits versoepelde rendementen zal in de komende jaren dus verder moeten verbeteren.

191

Figuur 7.10: Toetsing van de RWZI's aan de vooropgestelde verwijderingspercentages (Vlaanderen, 2006)



Bron: VMM

Wat de effluentnormen betreft, is vooral stikstof een probleem. De effluentnormen voor stikstof op jaarbasis werden niet gerespecteerd in 13 RWZI's (op een totaal van 212 waarvoor de toetsing kon gebeuren). Daarvan hebben er 10 een tijdelijke versoepeling verkregen, waarbij hun rendement wel voldoet aan de voorwaarden. Een RWZI kan zich beroepen op een door het Vlaamse Gewest aanvaard incident ten gevolge van een eenmalige incidentele lozing door een bedrijf. Een overschrijding

van de individuele dagnorm voor stikstof werd eveneens vastgesteld bij 13 RWZI's. Een RWZI kan zich beroepen op het hierboven vermelde aanvaarde incident.

Van alle RWZI's (ook die kleiner dan 2 000 IE) voldoet bijna 94 % aan de voorwaarden uit de vergunning (rendements- en/of effluentnormen).

Evaluatie van de aangevoerde vuilvracht

RWZI's worden ontworpen om een bepaalde vuilvracht te verwerken. Het is dan ook belangrijk dat de voorziene vuilvracht ook effectief toekomt op de RWZI.

Twee soorten problemen kunnen zich voordoen. Enerzijds kunnen vuilvrachten die op een RWZI zouden moeten toekomen dat om verschillende redenen niet doen, bv. niet correct aangesloten huishoudelijk afvalwater of vuilvrachten die de riolering verlaten door de overmatige werking van overstorten of door lekkage. Overstorten zijn de uitlaten op het rioleringsstelsel die in werking treden als de riolering het debiet niet aankan (bv. hevige regenval, verstopping in de riolering). Daarbij komt ongezuiverd rioolwater in de waterlopen terecht. Anderzijds kan in de riolering water terechtkomen dat er in feite niet thuishoort (parasitair water). Voorbeelden zijn op riolering aangesloten grachten, insijpelend grondwater, bemalingswater van gebouwen en kunstwerken. In dat verband is het interessant om de theoretisch verwachte debieten en vuilvrachten te vergelijken met wat effectief toekomt op de RWZI's.

192

Opmerkelijk is dat de ontvangen vuilvracht sinds 2002 voor de meeste vervuilingparameters vrij goed overeenstemt met de verwachte vuilvracht. Toch blijkt uit de analyse een aantal problemen. Er is sprake van een onderbelasting voor zwevende stoffen. Dat komt enerzijds doordat recent aangesloten woningen vaak buiten de woonkernen liggen en veelal nog een septische put hebben, die dan in feite kortgesloten zou moeten worden. Anderzijds zorgt de uitbreiding van de stelsels ervoor dat de gemiddelde afstand tussen de aansluiting van de vuilvracht en de RWZI toeneemt. Bijgevolg is er ook meer bezinking in de leiding.

Enigszins verontrustend is de toename sinds 2002 van de ontvangen stikstofvrachten. Een aantal fenomenen, zoals atmosferische depositie en de toevoer van nitraat uit landbouwgronden door de aansluiting van grachten, kunnen die overschrijding gedeeltelijk veroorzaken, maar een sluitende verklaring voor het fenomeen is er voorlopig nog niet. Aangezien stikstof de meest maatgevende parameter is bij de dimensionering van een RWZI, is het een fenomeen dat verder onderzoek vereist.

De toekomstige debieten staan in verhouding tot de gevallen neerslag en zorgen over het algemeen voor een hoge hydraulische belasting van de RWZI's. Die wordt veroorzaakt door de aanvoer van hemelwater, inherent aan de alomtegenwoordige gemengde rioolstelsels en door de bijkomende, niet verwachte aanvoer van parasitaire debieten afkomstig van aangesloten beken, grachten, bronnen ... Die hoge hydraulische belasting heeft in een aantal gevallen negatieve gevolgen, zoals verhoogde overstortfrequenties en verminderde prestaties (lager rendement) van de RWZI's.

Maatregelen om de werking van de zuiveringsinfrastructuur te verbeteren

Knelpunten in het riolerings- en collecteringsstelsel worden actief opgespoord. Eind 2006 waren ongeveer 5 400 knelpunten geregistreerd. Het meest voorkomende knelpunt is de aansluiting van grachten op de gemeentelijke rioleringsstelsels. Voor de grachten met een belangrijke impact dient steeds op korte termijn gezocht te worden naar een oplossing. De grachten met een beperkte impact kunnen stelselmatig afgekoppeld worden via de verdere aanleg van gescheiden stelsels. Over lekken in de riolering zijn geen betrouwbare cijfers beschikbaar.

Een dringende aanpak is eveneens vereist voor andere knelpunten met een belangrijke impact, zoals de aansluiting van waterlopen en bronnen. Ze komen minder frequent voor maar leiden tot een continue aanvoer van ongewenst water op de zuiveringsinstallaties.

De werking van overstorten wordt opgevolgd. In 2006 werden 240 overstorten gedurende het hele jaar bemonsterd. Die hebben in 2006 gemiddeld 2,8 % van de tijd gewerkt. Uitgaande van de overstortmetingen wordt door het Vlaamse Gewest in samenwerking met de nv Aquafin en de gemeenten gezocht naar de oorzaak van de te veelvuldige overstortingen.

Bij de opmaak van het gewestelijke *Optimalisatieprogramma 2008-2012* werd nog veel meer gefocust op het zoeken naar en realiseren van oplossingen voor de vastgestelde knelpunten. Binnen de groep optimalisatieprojecten ligt de nadruk voornamelijk op het afkoppelen van parasitaire debieten van de riolering, maar ook de projecten die in hoofdzaak gericht zijn op de sanering van vuilvrachten omvatten bijna steeds een belangrijk optimalisatieluik. Met het prioritair programmeren van de kleinschalige zuiveringsinstallaties wordt een verdere optimalisatie beoogd van de reeds bestaande toestand (individuele zuivering door septische putten) in agglomeraties kleiner dan 2 000 IE. Ten slotte werden ook enkele zeer dringende renovaties of optimalisaties van bestaande (grootschalige) zuiveringsinstallaties voor het jaar 2008 geprogrammeerd.

In de loop van 2006 keurde de minister van Leefmilieu twee *deelsubsidiëringsprogramma's* goed voor de aanleg van gemeentelijke rioleringen en voor de bouw van gemeentelijke KWZI's voor het kalenderjaar 2007. In de programmatie wordt voorrang gegeven aan gemeentelijke rioleringswerken die in een gecombineerd dossier met werken van nv Aquafin dienen uitgevoerd te worden. Met het oog op de naleving van de Europese Richtlijn Stedelijk Afvalwater dient ervoor gezorgd te worden dat de Aquafinprojecten geen vertraging oplopen door het uitblijven van de gemeentelijke delen in de projecten. Naast die gecombineerde dossiers, werd vooral voorrang gegeven aan volledig gescheiden stelsels of projecten waarbij aanzienlijke oppervlakten worden afgekoppeld. De overige projecten slaan op de aanleg van een semi-gescheiden riolering, hetzij ter renovatie van een bestaande riolering, hetzij voor de uitbouw van nieuwe rioleringsstrengen.

Zoneringsplannen geven aan welke gebieden collectief en welke individueel gesaneerd worden. Momenteel loopt de opmaak en advisering van die plannen.

Bedoeling is om dat proces in de loop van 2007 en 2008 af te ronden zodat voor alle betrokken huishoudens duidelijk is of er collectief dan wel individueel zal moeten worden gezuiverd.

Financiering en kostenterugrekening van de openbare saneringsinfrastructuur

Bij de financiering van de openbare saneringsinfrastructuur zijn verschillende spelers betrokken. Het inzamelen van het afvalwater is een taak van de *gemeenten*. Ook de *drinkwatermaatschappijen* zijn saneringsplichtig op gemeentelijk niveau. Dat betekent dat gemeenten het aanleggen en onderhouden van het gemeentelijke rioleringsnetwerk via een contract (deels) kunnen overlaten aan de drinkwatermaatschappijen. Voor de financiering van de rioleringen kunnen zowel de gemeenten als de drinkwatermaatschappijen beroep doen op gewestelijke subsidies. De drinkwatermaatschappijen kunnen bovendien (een deel van) de kosten voor de gemeentelijke riolering aanrekenen via de aangemaakte drinkwaterfactuur.

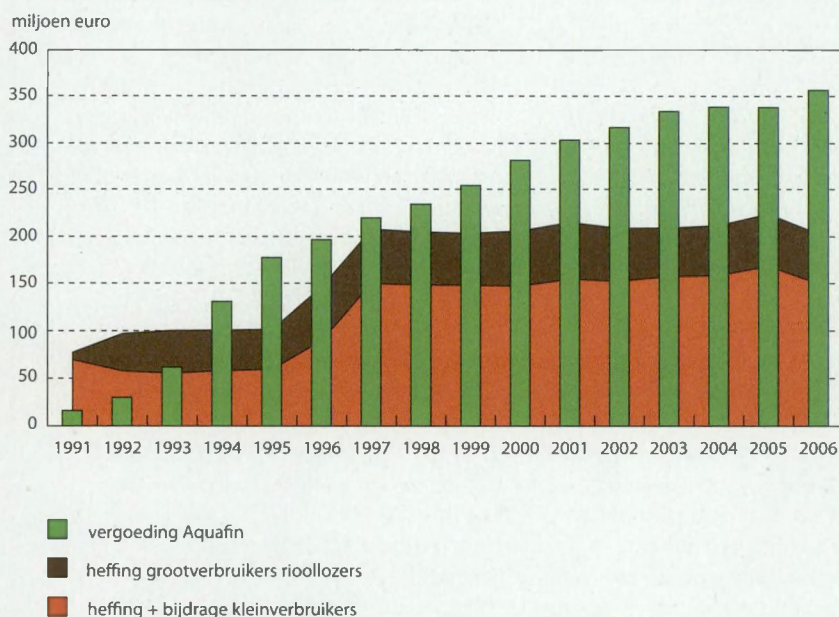
Gezinnen die niet aansluitbaar zijn op het collectieve rioleringsstelsel moeten, in het geval van nieuwbouwwoningen, zelf instaan voor de zuivering van hun afvalwater. Op voorwaarde dat de gemeente de samenwerkingsovereenkomst ondertekende met het Vlaamse Gewest en zelf de bouw van een IBA subsidieert, kunnen gezinnen ook een gewestelijke subsidie krijgen voor een IBA. Bovendien kunnen gezinnen die beschikken over een eigen zuivering door middel van een IBA, vrijstelling krijgen van hun bovengemeentelijke bijdrage of heffing op voorwaarde dat de IBA gebouwd werd op een ogenblik dat de woning nog niet kon worden aangesloten op een RWZI. Het kan ook zijn dat een rioolbeheerder de bouw en exploitatie van IBA's op zich neemt.

Het transport en de zuivering van het afvalwater is doorgaans een bovengemeentelijke of gewestelijke verplichting. Het *Vlaamse Gewest* heeft die verantwoordelijkheid grotendeels bij de drinkwatermaatschappijen gelegd. De drinkwatermaatschappijen zijn immers verantwoordelijk voor de sanering van het water dat zij leveren. In een contract met *nv Aquafin* is echter bepaald dat *nv Aquafin* blijft instaan voor de constructie (incl. financiering) en exploitatie van de bovengemeentelijke infrastructuur. Het Vlaamse Gewest bepaalt wel nog steeds waar welke infrastructuur aangelegd wordt. *Bedrijven* kunnen voor de sanering van hun afvalwater afkomstig van een eigen waterwinning een contract afsluiten met de *nv Aquafin* voor zover zij beschikken over een lozings- of milieuvergunning voor het lozen op riolering, de riolering is aangesloten of zal worden aangesloten op een operationele RWZI en dit afvalwater verwerkbaar is op de RWZI. Samen met de drinkwatermaatschappijen betalen zij de kosten van de *nv Aquafin*. De drinkwatermaatschappijen gebruiken daarvoor hun inkomsten uit de bovengemeentelijke saneringsbijdrage die ze via de aangemaakte drinkwaterfactuur aanrekenen aan gezinnen en bedrijven en de bovengemeentelijke werkingstoelage die zij ontvangen van het Vlaamse Gewest. Voor de bedrijven wordt de vergoeding die zij betalen aan *nv Aquafin* in mindering gebracht van de heffing. Hetzelfde geldt voor de bovengemeentelijke bijdrage die de bedrijven betalen aan de drinkwatermaatschappijen. Bedrijven die lozen op oppervlaktewater

maken geen gebruik van de collectieve zuiveringsinfrastructuur. Zij betalen bijgevolg geen saneringsbijdrage, noch saneringsvergoeding. Zij betalen wel een heffing op waterverontreiniging.

De Europese Kaderrichtlijn Water stelt dat een redelijke bijdrage aangerekend moet worden in de kosten van de waterdiensten (incl. de hulpbron- en de milieukosten) aan de gebruikers van die diensten. Voor de bovengemeentelijke sanering kunnen de kosten uitgezet worden tegenover de opbrengsten uit bijdragen en heffingen (figuur 7.11). De sterke uitbreiding van de bovengemeentelijke saneringsinfrastructuur maakt dat de vergoeding voor nv Aquafin sinds 1991 stelselmatig gestegen is tot 356 miljoen euro in 2006 (excl. BTW-lasten). De heffingen en bijdragen van de gezinnen en de bedrijven, die niet in oppervlaktewater lozen, zijn samen goed voor bijna 60 % van de bovengemeentelijke saneringskosten, indien de BTW-lasten buiten beschouwing gelaten worden.

Figuur 7.11: Jaarlijkse vergoeding aan nv Aquafin voor bovengemeentelijke sanering (excl. BTW-lasten) in relatie tot de inkomsten vanuit de gezinnen en de bedrijven die niet in oppervlaktewater lozen via de bovengemeentelijke bijdrage en de heffing op de waterverontreiniging (Vlaanderen, 1991-2006)



Bron: VMM

Voor de gemeentelijke rioleringsinfrastructuur is een kostenterugrekening nog niet mogelijk omdat niet alle kosten van de gemeenten gekend zijn. In 2006 legde de gewestelijke overheid 67 miljoen euro vast voor de subsidiëring van gemeentelijke rioleringen. Naast die subsidies kunnen gemeentelijke rioleringen bekostigd worden via de gemeentelijke bijdrage op de drinkwaterfactuur. Het tarief van die bijdrage wordt beperkt in functie van de bovengemeentelijke bijdrage. In 2005 en 2006 mocht

de gemeentelijke bijdrage maximaal 1,5 en in 2007 1,4 keer de bovengemeentelijke bijdrage bedragen. Opvallend is dat veel gemeenten nog niet maximaal gebruik maken van dit instrument. Zo wordt slechts in 105 gemeenten (op een totaal van 308) een gemeentelijke bijdrage aangerekend met een eenheidstarief groter dan het tarief van de bovengemeentelijke bijdrage (stand van zaken oktober 2007).

Natuurlijke meandering Vlaamse waterlopen sterk aangetast

Naast waterkwaliteit en -kwantiteit zijn ook *structuurkenmerken* sterk bepalend voor de biotoopkwaliteit en bijgevolg voor de ecologische toestand. Structuurkenmerken omvatten allerlei fysische eigenschappen van de oppervlaktewateren zoals meandering, aanwezigheid van holle en bolle oevers, verval, aard van het sediment, afwisseling van diepten en ondiepten (pool-riffle of stroomkuilenpatroon), natuurlijke overgang van water naar land (oever), vegetatie op oevers en in waterloop ... Veel van de hydromorfologische karakteristieken, zoals het voorkomen van holle oevers, stroomsnelheidsdiversiteit en een stroomkuilenpatroon, hangen samen met meandering. Meandering is dan ook een goede parameter voor de habitatkwaliteit van een waterloop.

De *sinuositeit* is een maat voor de meandering van een waterloop of een waterlooptraject en wordt berekend als de verhouding tussen de totale rivierlengte en de valleilengte. Is die verhouding gelijk aan 1 dan is het waterlooptraject helemaal recht. Algemeen vertonen de Vlaamse waterlopen nog maar zelden een goed meanderend verloop. Slechts 5 % van de waterlooptrajecten heeft een meanderend of sterk meanderend karakter. Het grootste deel van de trajecten is recht (31 %) of zwak tot matig gebogen (40 %).

Hermeandering versterkt niet enkel de hydromorfologische kwaliteit maar verhoogt de kans op natuurlijke overstromingen, wat in natuurlijke valleien vaak wenselijk is, vooral stroomopwaarts van door wateroverlast geplaagde woonkernen. Hermeandering vereist dus zowel de ruimte voor de verplaatsing van de waterloop als ruimte voor overstromingen. De meanderingsgraad verhogen kan door graafwerken, de aanleg van keerkribben of door spontane evolutie. Het graven van een kronkelende nevengeul of het heraansluiten van afgesneden meanders levert op korte termijn een goede uitgangssituatie voor natuurontwikkeling op. Mede door het omvangrijke grondverzet is het vaak een kostelijke ingreep. Keerkribben aanleggen, waarbij een aanzet tot meandering wordt gegeven, is goedkoper en op korte termijn resulteert het in een beperkte structuurverbetering, maar hermeandering wordt pas op een langere termijn gerealiseerd. Indien harde oeververdedigingen verwijderd zijn, er geen ruiming uitgevoerd worden en de geschikte condities aanwezig zijn, zal een waterloop ook spontaan gaan meanderen. Dat is het goedkoopste maar ook een relatief traag proces waarvan het resultaat vooraf niet gekend is.



Referenties

Berckmans P., Witters H., Goemans G., Maes J. & Belpaire C. (2007) Ondersteunend studiewerk en verdere karakterisatie van de Vlaamse toestand inzake hormoonverstoring: vraagstelling inzake ecologische relevantie, VITO & INBO, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij.

Ecolas (2006) Verbeterde kwantificering van directe en indirecte verontreiniging van oppervlaktewater met BZV en CZV vanuit de landbouw en natuurlijke bronnen, studie uitgevoerd in opdracht van de Vlaamse Milieumaatschappij.

Thas O. (2007) Statistische analyse van de meetresultaten van het fysisch-chemisch waterkwaliteitsmeetnet, Universiteit Gent, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, MIRA/2007/02, www.milieurapport.be.

VMM (2007) Jaarrapport Water 2006. Water- en waterbodempkwaliteit, lozingen in het water, evaluatie saneringsinfrastructuur, www.vmm.be.

Gwen Huyge, Electrabel nv

Annick Lamote, Studiedienst, SERV

Guy Maes, Stijn Van Hulle, Departement PIH, Hogeschool West-Vlaanderen

Anik Schneiders, NARA, INBO

Ester Van Broekhoven, Afdeling Monitoring en Studie, Departement LV

Karen Van Campenhout, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid, Departement LNE

Wim Van Gils, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Katelijne Vancleemput, POM West-Vlaanderen

Bernard Vanheusden, Departement Economie en Rechten, UHasselt

Carine Vanoeteren, Bayer Antwerpen Comm.V

Isabelle Vermander, VCM

Quirin Vyvey, Departement Bedrijfsmanagement Mercator, Hogeschool Gent

Lectoren

Lieven Bervoets, Departement Biologie Ecofysiologie, Biochemie en Toxicologie, UA

Tim Blockx, Minaraad

Michel Boucneau, Wim Gabriels, Maarten Goris, Tom Huysmans, Paul Thomas, Adelheid Vanhille, VMM

Ann Crabbé, Faculteit Politieke en Sociale Wetenschappen, UA

Dirk De Smet, VMW

Isabel Dobbelaere, WES vzw

Vincent Du Four, Elia

Sofie Ducheyne, VLM

Bruno Eggermont, Fedustria

Nadia Fahsi, Agoria Metalen & Materialen

Herman Fontier, DG Dier, Plant en Voeding, FOD VVVL

8

Hoofdpijnen

- De lage waterbeschikbaarheid in Vlaanderen (841 m³/inw/j) is voornamelijk het gevolg van de hoge bevolkingsdichtheid (waardoor veel water nodig is om aan de basisbehoefte te kunnen voldoen).
- De grondwaterstand in veel diepe grondwaterlichamen is zeer laag, hoewel de laatste jaren peilstijgingen worden waargenomen. Vooral het Sokkelsysteem blijft gekenmerkt door verdere peildalingen. Ondanks de inspanningen slaagt het beleid er dus voorlopig niet in om de toestand voldoende te verbeteren.
- Het watergebruik in de veeteelt daalde door een daling van de veestapel, maar ook als gevolg van de invoering van waterbesparende maatregelen.

Waterhuishouding

Watervoorraden onder druk

Hanne Degans, MIRA, VMM

Johan Lermytte, Didier D'Hont, Els De Bie, Koen Martens, Afdeling Water, VMM

Stef Michiels, Waterbouwkundig Laboratorium, Departement Mobiliteit en Openbare Werken

Joost D'hooghe, Hilde Wustenberghs, Eenheid Landbouw en Maatschappij, ILVO

Willy Huybrechts, INBO

Inleiding

Water is een multifunctioneel goed: industrie, landbouw, huishoudens en natuur maken aanspraak op de watervoorraden. Door de hoge bevolkingsdichtheid, de intensieve landbouw en de hoge graad van industrialisatie in Vlaanderen is de druk op de watervoorraden hier groot. Niet alleen de concentratie van menselijke activiteiten bepaalt de vraag naar water, ook de veranderingen in weersomstandigheden beïnvloeden de watervraag. Behalve temporele en regionale verschillen in watervraag is ook de aanvulling van de watervoorraden streek- en tijdsgebonden. In Vlaanderen valt relatief veel neerslag in vergelijking met bv. regio's in Zuid-Europa. De grote hoeveelheid verharde oppervlakte, die nog steeds toeneemt, en het intensieve landgebruik in Vlaanderen kunnen een verminderde aanvulling van de grondwatervoorraden veroorzaken. In de toekomst zullen de neerslagpatronen wijzigen onder invloed van de klimaatverandering, wat een effect zal hebben op de aanvulling van de watervoorraden.

In een eerste focus wordt de beschikbaarheid van water en de specifieke situatie in het dichtbevolkte Vlaanderen besproken: de hoge bevolkingsdichtheid maakt dat de waterbeschikbaarheid veel minder groot is dan men op het eerste gezicht zou kunnen verwachten. Een kadertekst bekijkt het watergebruik in de landbouw van dichtbij. Het intensieve karakter van de landbouw in Vlaanderen maakt die sector tot een belangrijke watergebruiker, voornamelijk van grondwater. In een volgende kadertekst wordt de toepassing van het principe van 'de gebruiker betaalt' in Vlaanderen toegelicht. Een tweede focus gaat in op de toestand van de grondwatervoorraden en de druk erop. De grondwaterstanden in verschillende grondwatersystemen in Vlaanderen worden besproken. Een goede beschrijving van de toestand is noodzakelijk om de grondwaterwinning af te stemmen op de draagkracht van de grondwatersystemen en een beleid te kunnen voeren dat de onttrekking van water uit de watervoerende lagen in evenwicht brengt met de aanvulling ervan. Dat is nodig in overeenstemming met de doelstellingen van de Europese Kaderrichtlijn Water. Ook de inschatting van de grondwaterwinning op basis van de cijfers uit de vergunningendatabank komt aan bod. Niet alleen de mens, maar ook de natuur heeft water nodig. Overmatig gebruik van water door de mens leidt tot een verminderde

beschikbaarheid ervan voor de natuur. Een laatste kadertekst schetst het NICHE-model dat de gevolgen van een wijzigende grondwaterstand voor de vegetatie aangeeft.

8.1 Beschikbaarheid van water in Vlaanderen

De *beschikbaarheid van water* is afhankelijk van de hoeveelheid gevallen neerslag maar ook van de manier waarop een gebied reageert op die neerslaghoeveelheden: hoeveel water dringt er in de grond? Hoeveel verdampt er? Wat is de uiteindelijke hoeveelheid water die in de rivieren beschikbaar is? Door hoeveel mensen wordt dat water gebruikt? Is het beschikbare water zout of zoet? Is het water van goede kwaliteit? Behalve de beschikbaarheid voor menselijke activiteiten moet ook rekening gehouden worden met het ecosysteem (de natuur) dat voor haar instandhouding water nodig heeft.

Droogte en waterschaarste verminderen waterbeschikbaarheid

Droogte is een natuurlijk fenomeen dat een tijdelijke vermindering in de waterbeschikbaarheid inhoudt omwille van bijvoorbeeld neerslagtekort. Klimaatverandering kan de oorzaak zijn van een verhoogde vraag naar irrigatiewater voor de landbouw, vermindering van waterkrachtpotentieel, daling van de hoeveelheid koelwater ... De impact van droogte valt niet te onderschatten. De Europese Commissie (2006) schat de schade van een van de meest wijdverspreide droogtes, die van 2003, op de Europese economie op minstens 8,7 miljard euro. Meer dan 100 miljoen mensen en een derde van het Europese territorium werden getroffen. De totale kost van droogten gedurende de voorbije 30 jaar loopt op tot 100 miljard euro. In Vlaanderen valt relatief veel regen in vergelijking met drogere regio's in Europa en bv. Afrika, maar de laatste jaren zien we ook hier steeds vaker uitzonderlijk droge periodes (zomer 2003, juni-juli 2006).

Waterschaarste is in tegenstelling tot droogte te wijten aan het niet duurzame beheer van de watervoorraden waardoor de vraag het aanbod overstijgt. Uit verschillende inschattingen van wereldwijde waternoden voor huishoudens, industrie en landbouw, en rekening houdend met de wereldbevolking, werd een gemiddelde waterbehoefte van 1 000 m³ per inwoner en per jaar afgeleid (Shiklomanov & Markova, 1987). Op de Conferentie van de Verenigde Naties voor Milieu en Ontwikkeling in Rio de Janeiro (1992) werd een waterbeschikbaarheid van minder dan 1 000 m³ per inwoner en per jaar dan ook als een ernstig watertekort beschouwd (Stronks, 2003). In het rapport *Het milieu en Europa: de tweede balans*, uitgebracht door het Europees Milieuagentschap werd een waterbeschikbaarheid lager dan 2 000 m³ per inwoner en per jaar in Europa als zeer weinig gecategoriseerd (European Environment Agency, 1998). In Europa zou tot op vandaag minstens 11 % van de bevolking en 17 % van het territorium door waterschaarste getroffen zijn (Europese Commissie, 2006).

Deze cijfers tonen duidelijk aan dat droogte en waterschaarste een directe invloed hebben op de huishoudens en op watergevoelige economische sectoren zoals

landbouw, toerisme, industrie, energie en transport. Onrechtstreeks hebben ze ook een enorme negatieve impact op de waterkwaliteit, biodiversiteit, nutriëntengehalte in de bodem ... De Europese Kaderrichtlijn Water reikt een aantal instrumenten aan die moeten bijdragen tot beschikbaarheid van voldoende oppervlaktewater en grondwater van goede kwaliteit voor een duurzaam, evenwichtig en billijk gebruik van water. Het is duidelijk dat dit een aandachtspunt is in Vlaanderen en dat werd ook doorvertaald in het Decreet Integraal Waterbeleid. De maatregelenprogramma's – als onderdeel van de stroomgebiedbeheerplannen – moeten maatregelen bevatten met betrekking tot duurzaam watergebruik.

Watertekort in Vlaanderen: hoge bevolkingsdichtheid en laag neerslagoverschot

De indicator *jaargemiddelde waterbeschikbaarheid* houdt behalve met het gemiddelde jaarlijkse neerslagoverschot (neerslag – verdamping) ook rekening met de helft van het water dat uit de buurregio's en -landen Vlaanderen instroomt. Dat is een arbitraire keuze, die ons toelaat om verschillende regio's en landen onderling te vergelijken (Shiklomanov & Rodda, 2003). Het beschikbare water wordt vervolgens verdeeld over het aantal inwoners in Vlaanderen en Brussel. Aangezien Brussel midden in Vlaanderen ligt, werd Brussel meegenomen in de berekening. Die relatief kleine oppervlakte, die dus weinig bijdraagt tot de watertoevoer, heeft een erg grote bevolkingsdichtheid en zodoende een grote invloed op de waterbeschikbaarheid. Voor de Gemeenschappelijke Maas werd niet de helft, maar slechts een kwart van het instromende debiet meegerekend, omdat Vlaanderen zich enkel op de linkeroever bevindt. Er is ook rekening gehouden met de afvoeroverdragen met Nederland: op het kanaal Gent-Terneuzen moet gemiddeld over twee maanden een debiet van 13 m³/s gegarandeerd worden. Op de Gemeenschappelijke Maas voorziet een verdrag steeds in een minimale watervoorziening voor de rivier zelf.

In tabel 8.1 wordt het gemiddelde voor de langst beschikbare tijdreeks van de jaargemiddelde waterbeschikbaarheid (langjarig jaargemiddelde waterbeschikbaarheid) getoond van IJzer-, Schelde- en Maasbekken voor de inwonersaantallen op het einde van 2006. Voor het Scheldebekken is Brussel mee in de berekeningen opgenomen. In tabel 8.1 is ook aangegeven hoeveel water afkomstig is van watervoorziening in Vlaanderen en Brussel zelf (neerslagoverschot binnen het gebied). Het Maasstroomgebied in Vlaanderen is beperkt in oppervlakte en bevolkingsdichtheid, zeker ten opzichte van het Scheldestroomgebied. Daarenboven kent het Maasstroomgebied een grote instroom vanuit Wallonië. Dat maakt dat er in dat stroomgebied per inwoner bijna 3 500 m³/j aan water beschikbaar is. De lage waterbeschikbaarheid in het Scheldestroomgebied is volledig te wijten aan de hoge bevolkingsdichtheid.

Tabel 8.1: Langjarig jaargemiddelde waterbeschikbaarheid, aandeel van het neerslagoverschot binnen Vlaanderen en Brussel en voor de belangrijke stroomgebieden in 2006 (m³ per inwoner per jaar)

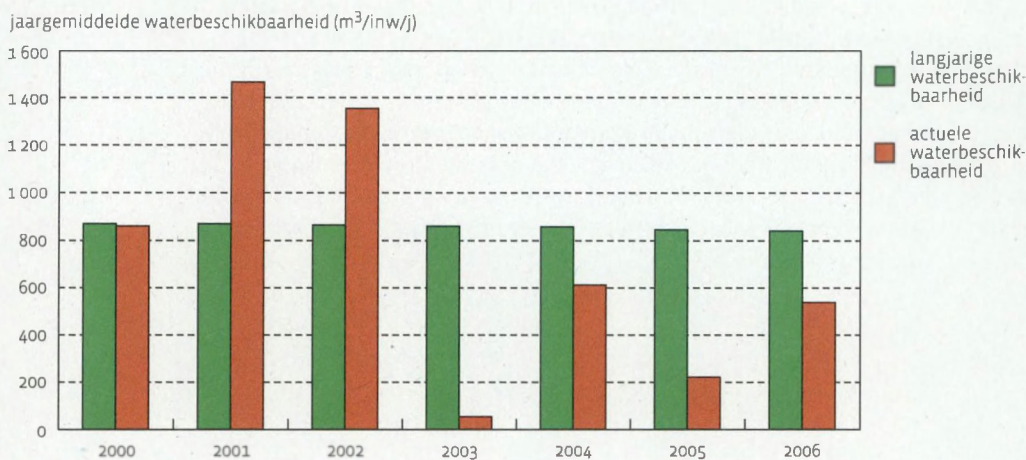
gebied	langjarig jaargemiddelde waterbeschikbaarheid (m ³ /inw/j)	aandeel van het neerslagoverschot binnen het stroomgebied in Vlaanderen en Brussel (%)
Vlaanderen & Brussel	841	28,5
IJzer	1 229	19,5
Schelde	650	36,9
Maas	3 493	6,9

Bron: Waterbouwkundig Laboratorium, MOW

De langjarig jaargemiddelde waterbeschikbaarheid vertoonde een dalende trend tussen 2000 en 2006. Doordat voor deze indicator het neerslagoverschot en de instroom constant gehouden zijn over de beschouwde periode bepalen de inwonersaantallen de variatie: de bevolkingstoename zorgt voor een lichte daling van de waterbeschikbaarheid.

Bij de berekening van de zogenaamde actueel jaargemiddelde waterbeschikbaarheid wordt het actuele jaargemiddelde neerslagoverschot en de actueel jaargemiddelde instroom in rekening genomen. We zien een zeer sterke variatie in actueel jaargemiddelde waterbeschikbaarheid tussen 2000 en 2006 (zie figuur 8.1). Die sterke variatie is vooral bepaald door het neerslagoverschot, de instroom zorgt voor een demping van de variatie. In tegenstelling tot wat je zou kunnen verwachten blijkt dat de instroom niet volledig gelijk loopt met het neerslagoverschot. Zo was in 2000 en 2006 het neerslagoverschot laag, terwijl de instroom in die jaren hoger was dan gemiddeld. In 2003 was de jaargemiddelde neerslag lager dan het langjarig gemiddelde, de instroom was in datzelfde jaar ongeveer gelijk aan het langjarig gemiddelde. Omgekeerd lijkt het wel te kloppen: een hoog neerslagoverschot komt overeen met een hoge instroom.

Figuur 8.1: Langjarig en actueel jaargemiddelde waterbeschikbaarheid (Vlaanderen en Brussel, 2000-2006)



Bron: Waterbouwkundig Laboratorium, MOW

Vlaanderen in Europa

Vlaanderen en Brussel kennen een *zeer lage waterbeschikbaarheid* (zie tabel 8.1). In vergelijking met andere Europese landen is de beschikbaarheid bijzonder laag (zie tabel 8.2). In 2000 was dat minder dan een vierde van het Europese gemiddelde. Dat is te wijten aan de hoge bevolkingsdichtheid in Vlaanderen. Er is geen reden om te geloven dat de verhoudingen tussen 2000 en 2006 sterk gewijzigd zouden zijn. Vlaanderen is echter niet uitsluitend afhankelijk van oppervlaktewater, ook grondwater wordt aangesproken. Deze indicator geeft geen volledig beeld van de grondwaterbeschikbaarheid. Om een globaal beeld van de waterbeschikbaarheid te bekomen moet een algemene waterbalans opgemaakt worden. Ten slotte moet de bijdrage van technologische investeringen in waterzuivering en van hergebruik van water op de waterbeschikbaarheid onderzocht worden.

Tabel 8.2: Langjarig jaargemiddelde waterbeschikbaarheid (m³/inw/j, verschillende Europese landen, 1950-2000)

	1950	1960	1970	1980	1990	1995	2000
Albanië	-	-	-	7 900	6 460	5 840	5 150
Frankrijk	4 130	3 770	3 370	3 250	3 070	3 060	3 030
Italië	-	-	-	2 840	2 770	2 770	2 730
Polen	-	-	-	1 380	1 290	1 240	1 200
Portugal	-	-	3 670	3 220	3 150	3 140	2 840
Spanje	-	-	2 740	2 380	2 260	2 190	2 060
Zweden	24 100	22 700	21 100	20 400	19 800	20 200	20 700
Vlaanderen en Brussel	-	-	-	-	-	-	872
Europa	5 510	4 990	4 530	4 170	3 990	3 960	3 930

Bron: Waterbouwkundig Laboratorium, MOW; Shiklomanov & Rodda (2003)

Goed beleid vraagt goede cijfers

Het bekomen van *correcte Vlaamse cijfers* voor watergebruik per sector is een jaarlijks terugkerend probleem. De laatste cijfers voor watergebruik werden door MIRA in 2005 gepubliceerd en tonen de evolutie van het watergebruik tussen 1999 en 2003. De hervorming van de drinkwaterfactuur sinds januari 2005 (een eengemaakte waterfactuur waarbij de gebruiker samen met de vergoeding voor gebruik ook een saneringsbijdrage betaalt voor de inzameling en zuivering van zijn afvalwater) heeft ertoe geleid dat de verzameling van de drinkwatergegevens door de drinkwatermaatschappijen en de rapportering ervan aan VMM is gewijzigd.

Behalve dat ontbreekt ook nog steeds een rapporteringsdatabank die de cijfers van leiding-, grond-, oppervlakte- en regenwatergebruik verzamelt en bewaart. Daardoor moeten de cijfers voor watergebruik jaarlijks opnieuw vanuit de heffingsdatabanken bepaald worden. Dat bemoeilijkt de validatie en de vergelijkbaarheid van de cijfers en verhoogt de kans op foutieve interpretatie aanzienlijk. Overleg met verschillende betrokkenen en dataleveranciers moet vanaf 2008 concrete resultaten opleveren met betrekking tot het opmaken van een globale rapporteringsdatabank voor watergebruik door VMM.

Watergebruik in de landbouw

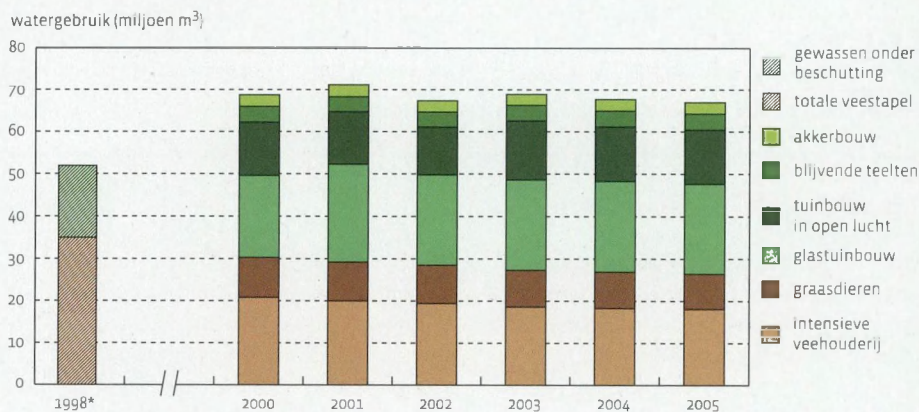
De heffingendatabanken van VMM bevatten onvoldoende informatie om het totale watergebruik in de landbouw te kwantificeren. Daarom wordt het watergebruik van die sector ingeschat op basis van *kengetallen* van watergebruik per soort (dier of gewas). De laatste schatting op basis van kengetallen dateerde van 1998 en raamde het jaarlijkse watergebruik in de landbouw op 52 miljoen m³. Dat lijkt een relatief beperkte hoeveelheid op een totaal watergebruik in Vlaanderen van ongeveer 740 miljoen m³. De landbouw gebruikt echter voornamelijk *grondwater* (bijna 80 %): een vierde van het totale grondwatergebruik in Vlaanderen is voor rekening van de landbouw.

Op basis van geactualiseerde kengetallen voor het watergebruik per diersoort en per

gewas werd het watergebruik van de *veestapel* en van *gewassen onder beschutting* opnieuw geëvalueerd. Bovendien werd ook het watergebruik voor *teelten in open lucht* bepaald (D'hooghe et al., 2007).

De figuur toont het watergebruik van de verschillende deelsectoren van de Vlaamse landbouw. De deelsectoren glastuinbouw, intensieve veehouderij en tuinbouw in open lucht zijn de grootste watergebruikers. De glastuinbouw en containervelden die tot de tuinbouw in open lucht behoren benutten de natuurlijke neerslag weinig of niet, waardoor die teelten steeds geïrrigeerd moeten worden. Het hoge watergebruik van de intensieve veehouderij is voornamelijk te wijten aan de grote hoeveelheden drinkwater voor de dieren en water voor het reinigen van stallen en melkmachines.

Totaal watergebruik in de landbouw (Vlaanderen, 2000-2005)



* Cijfer van 1998 werd berekend in Van Steertegem (eindred.) (2000) en omvat geen teelten in open lucht.

Bron: D'hooghe et al. (2007)

Uit de figuur blijkt dat *het totale watergebruik in de landbouw* (grondwater, leidingwater, oppervlaktewater en regenwater) daalde van 68,8 miljoen m³ in 2000 tot 66,9 miljoen m³ in 2005.

Die daling is bijna volledig terug te brengen tot een *daling van het watergebruik door de veeteelt* met 3,9 miljoen m³ als gevolg van de inkrimping van de veestapel. De kengetallen zijn constant gehouden over de

beschouwde periode waardoor dalend watergebruik tussen 2000 en 2005 door waterbesparingen bij bv. het reinigen van de melkmachines en het verminderen van morswater niet in beeld komen. Om de invloed van het verder toepassen van waterbesparende maatregelen op het watergebruik in de landbouw te kunnen aantonen, moeten de kengetallen binnen een aantal jaren opnieuw geactualiseerd worden.

Het watergebruik van de akker- en tuinbouw kent een schommelend verloop over de jaren als gevolg van een verschuiving tussen de

verschillende gewassen. Schommelingen ten gevolge van weersomstandigheden kunnen niet in beeld gebracht worden doordat de analyse gebaseerd is op constante kengetallen voor de periode 2000-2005. De laatste drie jaar is wel een dalende trend waar te nemen.

Het watergebruik van enkel veeteelt en glastuinbouw bedraagt 47,6 miljoen liter in 2005. Het Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3) stelt een daling van dat gebruik voorop tot 43 miljoen liter per jaar tegen 2015. Extra inspanningen dringen zich op om die doelstelling te bereiken.

Gebruiker betaalt nog niet wat hij gebruikt

De Europese Kaderrichtlijn Water vermeldt het principe van '*de gebruiker betaalt*' waarbij rekening gehouden dient te worden met alle kosten van watervoorziening en afvalwaterzuivering (waterdiensten) en het prijsbeleid eerlijk bepaald wordt (geen kruis-subsidiëring tussen de verschillende sectoren). Doel is om het efficiënte gebruik van water te stimuleren door gebruikers bewust te maken van de waarde van water als grondstof. Tegen 2010 moeten alle watergebruikers een redelijke bijdrage leveren aan de kostenterugwinning van de watervoorziening en afvalwaterzuivering (zie hoofdstuk Kwaliteit oppervlaktewater).

Over het principe is iedereen het eens. Maar de toepassing ervan kan een belangrijke impact op de economie hebben (de concurrentiekracht van grote watergebruikers bij de doorrekening van het gebruik; European Environment Agency, 2000). Ook aan de gevolgen ervan voor milieu, hygiëne en gezondheid, en aan de betaalbaarheid van water voor de armere gebruikers moet worden gedacht.

Over de verdeling van de kosten voor watervoorziening is het laatste woord nog niet

gezegd. Zo betalen in Vlaanderen de grote gebruikers een lagere prijs voor water dan de kleine gebruikers, zijn er grote verschillen in waterprijs tussen de drinkwatermaatschappijen en in saneringsbijdrage tussen de gemeenten. Niet alle gebruikers betalen dus voor dezelfde hoeveelheid water dezelfde prijs. Voor een gedetailleerd overzicht van de prijzen per gemeente, zie het informatie-dossier van de SERV (SERV, 2007).

De globale *kostenterugwinning* voor de productie en distributie van leidingwater is op dit ogenblik ongeveer 100 % (exclusief milieukosten en bronkosten). Voor inzameling en zuivering van het gebruikte water is het kostenterugwinningspercentage echter veel lager (SERV, 2007). De gebruikers betalen dus nog niet voldoende om de totale reële kosten van de waterdiensten te dekken. Een correcte bepaling van de totale *reële kosten* van de waterdiensten in Vlaanderen ontbreekt nog omdat juist de inzameling en zuivering van het gebruikte water nog niet volledig in rekening wordt gebracht. Zeer belangrijk bij een eerlijke inschatting van de kosten van waterdiensten is dat dienstverlening primeert op winstbejag.

8.2 Grondwatersystemen: toestand en druk

Grondwaterstanden in de verschillende grondwatersystemen in Vlaanderen

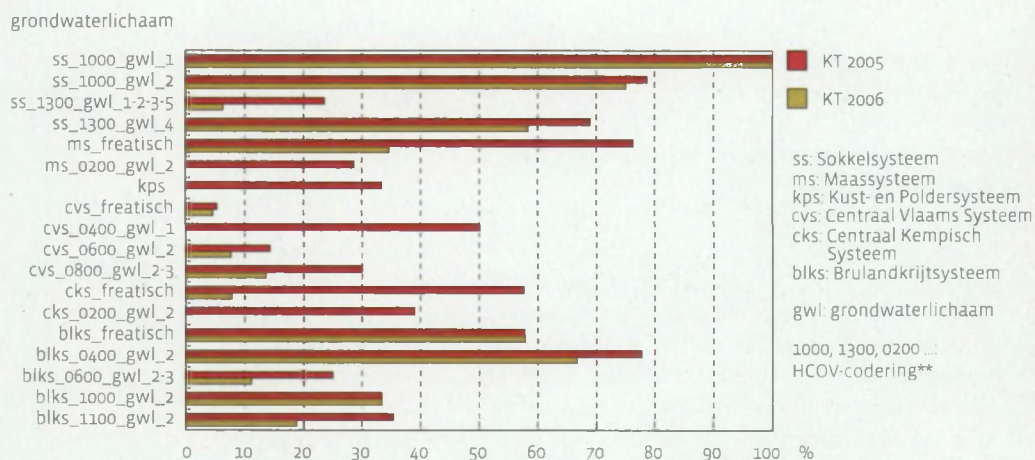
De Europese Kaderrichtlijn Water wil bijdragen tot het bereiken van een goede kwantitatieve en chemische toestand van grondwater tegen 2015. Voor grondwater betekent dat op kwantitatief vlak een evenwicht tussen de onttrekking en de aanvulling van het grondwater in alle grondwatersystemen. Het MINA-plan 3 hanteert als tussendoelstelling dat in 2007 de grondwaterstand in de watervoerende lagen minstens status-quo blijft. Een goede beschrijving van de toestand moet het mogelijk maken om voor de verschillende grondwatersystemen het doelbereik te evalueren. Voor duiding bij de gebruikte termen verwijzen we naar MIRA-T 2006 hoofdstuk 5 Grondwater: Geen kwantiteit zonder kwaliteit.

Een analyse van de beschikbare tijdreeksen van de waterpeilen is uitgevoerd op de relevante meetpunten voor elk grondwaterlichaam. Per meetreeks is een kortetermijntrend (2003 t.o.v. 2006) en een langetermijntrend (1996 t.o.v. 2006) bepaald. Over de mogelijke oorzaken van trendwijzigingen wordt in dit rapport geen uitspraak gedaan.

206

In figuur 8.2 is een overzicht gemaakt van het procentuele aantal peilputten met dalende *grondwaterstanden* op korte termijn (2003 t.o.v. 2006). Dalingen of stijgingen van minimaal 0,30 m tussen 2003 en 2006 worden beschouwd als respectievelijk dalende trends of stijgende trends. Waarden die daartussen liggen worden gezien als stabiel. Voor de lange termijn (zie figuur 8.3) is een peilverandering van 0,5 m over tien jaar (0,05 m/j) als grenswaarde beschouwd voor de definiëring van de trend. In beide figuren is ook de vergelijking gemaakt met het procentuele aantal dalende grondwaterstanden tussen 2002 en 2005 (KT 2005) en tussen 1995 en 2005 (LT 2005).

Figuur 8.2: Procentuele aantal peilputten met dalende grondwaterstanden op korte termijn* (KT, 3 jaar) per grondwaterlichaam of groep van grondwaterlichamen (2005 en 2006)

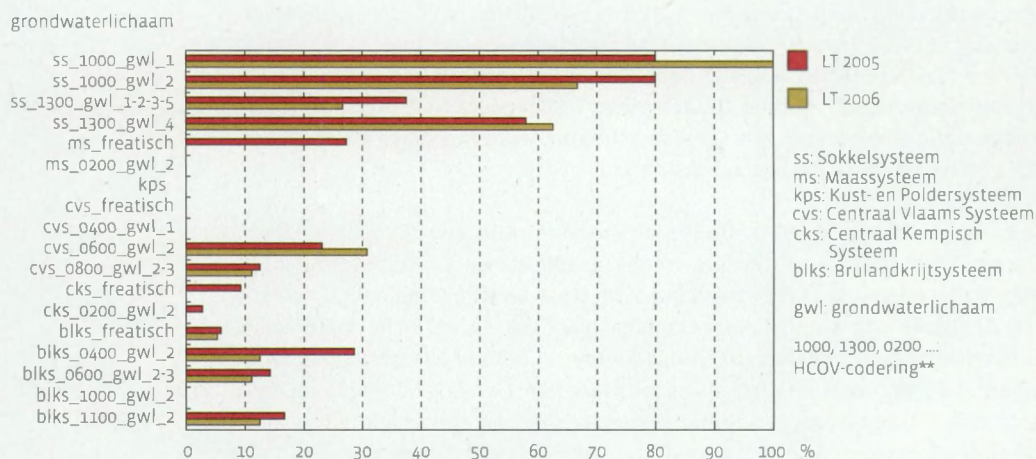


* een daling van minstens 30 cm tussen 2006 en 2003 (KT 2006) en tussen 2005 en 2002 (KT 2005)

** hydrogeologische codering van de ondergrond van Vlaanderen, een zuiver hydrogeologische codering die hiërarchisch is opgebouwd voor het volledige grondgebied van het Vlaamse Gewest

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen, Afdeling Water, VMM (augustus 2007)

Figuur 8.3: Procentuele aantal peilputten met dalende grondwaterstanden op lange termijn* (LT, 10 jaar) per grondwaterlichaam of groep van grondwaterlichamen (2005 en 2006)



* een daling van minstens 50 cm tussen 2006 en 1996 (LT 2006) en tussen 2005 en 1995 (LT 2005)

** hydrogeologische codering van de ondergrond van Vlaanderen, een zuiver hydrogeologische codering die hiërarchisch is opgebouwd voor het volledige grondgebied van het Vlaamse Gewest

Bron: Databank Ondergrond Vlaanderen, Afdeling Water, VMM (augustus 2007)

Wat volgt is een meer gedetailleerde beschrijving van de grondwaterstanden in de verschillende grondwatersystemen.

Sokkelsysteem

Het Sokkelsysteem (ss) ligt in de westelijke helft van Vlaanderen en bestaat uit de Sokkel (HCOV 1300), het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100) en het Paleoceen Aquifersysteem (ook Landeniaan genoemd, HCOV 1000). In het Sokkelsysteem zijn zeven grondwaterlichamen aangeduid. Voor de analyse van de stijghoogtes zijn die ingedeeld in vier groepen.

In de Sokkel (HCOV 1300) worden vooral in de periferie van de bestaande depressietrechter (ss_1300_gwl_4) nog steeds sterke lange- en kortetermijndalingen van het grondwaterpeil opgemeten. In het centrum van de depressietrechter worden bijna geen dalende trends meer vastgesteld. Het lijkt erop dat in het centrum van de depressietrechter de situatie onder controle is. De omgeving van de depressietrechter heeft echter nog geen evenwicht gevonden met de hele lage peilen in het centrum van de trechter (58 % van de putten vertoont nog steeds een daling). De trechter wordt niet meer dieper maar wordt wel steeds breder.

In het Landeniaan Aquifersysteem (HCOV 1000) worden in bijna alle putten zeer sterk dalende trends opgemeten, zowel in de depressietrechter als er rond en zowel op korte als op lange termijn. Er is geen enkele verbetering van de peilen te merken in het Landeniaan Aquifersysteem.

Centraal Vlaams Systeem

Het Centraal Vlaams Systeem (cvs) ligt in de westelijke helft van Vlaanderen en bestaat uit de lagen die boven de 100 meter dikke Ieperiaan Aquitard liggen. Dat zijn de Ieperiaan Aquifer (HCOV 0800), het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (HCOV 0600) en het Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400). De freatische grondwaterlichamen zijn gegroepeerd waardoor de acht grondwaterlichamen gereduceerd zijn tot 4 (groepen van) grondwaterlichamen.

In de Ieperiaan Aquifer (HCOV 0800) worden in cvs_0800_gwl_2-3 op lange termijn voornamelijk stabiele en stijgende trends waargenomen. Op korte termijn is het aantal dalende putten sterk afgenomen. Op lange termijn is het aantal dalende trends stabiel en breidt het aantal stabiele trends verder uit. In het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (HCOV 0600) worden voornamelijk stijgende trends waargenomen, zowel op korte als op lange termijn. Enkel op het punt met de laagste grondwaterstand wordt een verdere verlaging waargenomen (peil rond -35 mTAW). De andere putten met zeer lage grondwaterstanden vertonen allemaal een stijgende trend. Dat toont aan dat er nog steeds een lokale overexploitatie is van deze laag maar dat er geen sprake is van een algemene overexploitatie. Hoewel de peilen voornamelijk stijgen moet toch opgemerkt worden dat ze nog steeds uitzonderlijk laag zijn in het gespannen deel van de aquifer (0 tot -20 mTAW).

Op lange en korte termijn worden in het Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400) in het algemeen stabiele peilen gemeten. In de gebieden met lage grondwaterstanden worden sterke peilstijgingen op korte termijn waargenomen. Een depressie blijft bestaan maar wordt volgens de metingen toch minder diep. In het Centraal Vlaams Systeem is het freatische grondwaterpeil stabiel of stijgend.

Kust- en Poldersysteem

Het Kust- en Poldersysteem (kps) bevat de natuurlijke verzilte aquifers langs de kust en in de polders. Het gaat om het Quartaire Aquifersysteem (HCOV 0100) en de eronder gelegen verzilte freatische delen van tertiaire aquifers. Dit is dus een volledig freatisch systeem.

In het Kust- en Poldersysteem liggen slechts 6 putten. Ze zijn allemaal stabiel of licht stijgend. Er zijn geen langetermijnreeksen beschikbaar.

Brulandkrijtsysteem

Het Brulandkrijtsysteem (blks) ligt in de oostelijke helft van Vlaanderen en bestaat uit vier aquifersystemen: het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100), het Paleoceen Aquifersysteem (HCOV 1000), het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (HCOV 0600) en het Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400). Deze lagen werden ingedeeld in 15 grondwaterlichamen die voor deze bespreking gegroepeerd werden per aquifersysteem. De freatische putten werden als aparte groep beschouwd.

De putten in het Krijt Aquifersysteem (HCOV 1100) vertonen op lange termijn voornamelijk een stabiele of stijgende trend. Op korte termijn worden iets meer dalende trends waargenomen, maar het aantal dalende trends tussen 2003 en 2006 is beduidend lager dan tussen 2003 en 2005. In de gebieden waar de laagste grondwaterstanden worden gemeten, worden de grootste peilstijgingen waargenomen.

In het Paleoceen Aquifersysteem (HCOV 1000) werden slechts in drie putten metingen uitgevoerd. De put met de hoogste grondwaterstand daalt vrij sterk op korte termijn, maar is stabiel op de lange termijn. Ook in de andere putten zien we op lange termijn een stabiele of licht stijgende grondwaterstand.

De grondwaterpeilen in het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan Aquifersysteem (HCOV 0600) tonen op korte termijn vrij sterke peilstijgingen in de gebieden met de laagste waterstanden (0 tot -20 mTAW). Ook op lange termijn vertonen die putten een stijgende trend. In de gebieden met hogere waterstanden is geen eenduidig beeld zichtbaar. Op lange termijn worden hier voornamelijk stabiele en stijgende trends waargenomen.

Op lange termijn zijn de grondwaterstanden in de meeste putten in het Oligoceen Aquifersysteem (HCOV 0400) stabiel tot stijgend. Op korte termijn vertonen bijna alle peilen hier, net zoals in 2005, licht tot sterk dalende trends.

In de freatische (delen van) grondwaterlagen van het Brulandkrijtsysteem worden in het algemeen vrij stabiele peilen gemeten over de lange termijn. Op korte termijn worden voornamelijk dalende trends gemeten.

Centraal Kempisch Systeem

Het Centraal Kempisch Systeem (cks) ligt in het noordoosten van Vlaanderen en bestaat uit het Kempens Aquifersysteem (HCOV 0200) en het Quartair Aquifersysteem (HCOV 0100). Het bestaat uit 4 grondwaterlichamen die hier in twee groepen ingedeeld zijn: de freatische en de semi-freatische.

In tegenstelling tot de waarnemingen in 2005 werden in 2006 op lange termijn in de verschillende grondwaterlichamen geen dalende trends waargenomen. Ongeveer de helft van de putten kent zelfs een stijgende trend.

Maassysteem

Het Maassysteem (ms) bestaat uit dezelfde lagen als het Centraal Kempisch Systeem. Het grondwater stroomt echter af naar de Grensmaas. Het Maassysteem bestaat uit drie grondwaterlichamen die hier gegroepeerd werden in de freatische en niet-freatische grondwaterlichamen.

210

Op lange termijn zijn de meeste putten stabiel of stijgend. Op korte termijn komen veel dalende trends voor in de freatische delen van het Maassysteem. Die dalende trends komen voornamelijk voor in putten waar de grondwaterstand hoog is (>50 mTAW). In het niet-freatische grondwaterlichaam komen enkel stabiele en stijgende trends voor.

Conclusie

In de freatische grondwaterlichamen komen op korte termijn, in tegenstelling tot 2005, heel wat peilstijgingen voor. De dalingen die zich op korte termijn toch nog voordoen zijn voornamelijk gelegen in het Brulandkrijtsysteem en het Maassysteem. De peilveranderingen in de freatische putten zijn heel sterk gelinkt aan klimatologische schommelingen. De vergelijking van een droog jaar (2005) met een nat jaar (2002) leidde tot de waarneming dat in heel wat freatische grondwaterlichamen de grondwaterstanden daalden. Bij de huidige vergelijking voor de korte termijn (tussen 2006 en 2003) blijkt de nuttige neerslag in 2003 beduidend lager dan de gemiddelde nuttige neerslag. Daardoor werden in 2003 vrij lage peilen gemeten. De nuttige neerslag in 2006 was beduidend hoger dan in 2003 waardoor dan ook voornamelijk stijgende en stabiele trends waargenomen tussen 2003 en 2006.

Deze stijging is ook duidelijk over de laatste 10 jaar. In de freatische watervoerende lagen werden in het algemeen in 1996 zeer lage peilen gemeten. 2006 wordt gekenmerkt door vrij normale peilen waardoor over de laatste tien jaar voornamelijk stijgende trends gemeten worden.

Heel wat niet-freatische grondwaterlichamen worden gekenmerkt door sterk verlaagde peilen. We merken echter dat op de korte termijn in heel wat van die putten peilstijgingen worden opgemeten. Het Sokkelsysteem blijft daarentegen gekenmerkt door verdere peildalingen.

Grondwatervoorraden onder druk

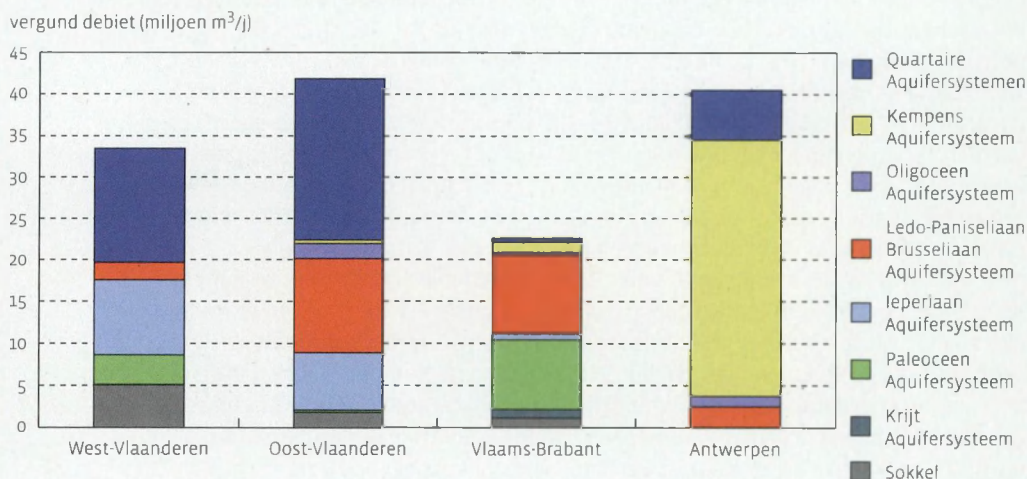
Grondwater is kwalitatief hoogwaardig water met een veel stabielere samenstelling dan oppervlaktewater. Dat maakt grondwater aantrekkelijk voor o.a. de *drinkwatervoorziening* en voor *industrieel gebruik*. In het groeiseizoen wordt grondwater ook gebruikt voor de *beregening* van landbouwgewassen.

Grondwaterwinning is sinds 1 mei 1999 in de VLAREM-reglementering opgenomen als meldings- of vergunningsplichtige activiteit. Voorheen gold een afzonderlijke vergunningsregeling daterend van 27 maart 1985. Alle grondwatervergunningen worden door Afdeling Water (VMM) bijgehouden in de grondwaterdatabank, gekoppeld aan de Databank Ondergrond Vlaanderen (DOV), en geografisch te raadplegen via dov.vlaanderen.be. De databank met vergunningen bevat echter niet alle werkelijke winningen. Het jaarlijks vergunde debiet in de databank komt dus niet overeen met de totale jaarlijkse grondwaterwinning. Zo zijn winningen van minder dan 500 m³ per jaar niet vergunningplichtig. Daarnaast zijn er vermoedelijk ook nog veel illegale winningen. Deze twee factoren kunnen ervoor zorgen dat het totale vergunde debiet een onderschatting van de werkelijke grondwaterwinning is. In veel gevallen wordt echter het vergunde debiet niet volledig opgepompt, wat dan weer tot een overschatting van de werkelijke winning leidt. Zo houdt bijvoorbeeld het vergunde debiet voor de drinkwatersector een marge in die de bedrijfszekerheid van de watervoorziening veilig moet stellen. Voor alle sectoren samen wordt een globale benutting van de vergunningen van bijna 60 % genoteerd. Het totale vergunde debiet in de grondwaterdatabank is dus maar een ruwe indicator voor de totale jaarlijkse grondwaterwinning in Vlaanderen. Verdere kwaliteitscontrole van de databank, opsporen van illegale winningen, en een koppeling tussen de grondwatervergunningen- en de heffingendatabank zouden voor een meer correcte inschatting van het werkelijk opgepompt debiet per watervoerende laag kunnen zorgen.

Wanneer de grondwatervergunning in totaliteit wordt bekeken, dus inclusief de drinkwatermaatschappijen, is er gedurende het jaar 2006 in totaal ca. 428 miljoen m³ grondwater vergund voor winning. Daarvan is 61,5 % vergund voor de drinkwaterproductie en 38,5 % voor industrie, energie, landbouw, handel & diensten en overig gebruik. Die totale vergunde hoeveelheid ligt ca. 33 miljoen m³ lager dan in 2005. De voornaamste oorzaak daarvan is het van rechtswege vervallen van oude grondwatervergunningen (vergund vóór 1985 zonder einddatum) op 20 augustus 2005. Een aantal van die oude winningen was nog steeds vergund maar niet meer in gebruik of hervergund voor een lager volume. De procentuele verhoudingen tussen drinkwaterproductie en de overige sectoren is daardoor quasi niet gewijzigd t.o.v. 2005. Er is een lichte stijging van 1,5 % van de drinkwaterproductie t.o.v. de overige sectoren.

In figuur 8.4 wordt de verdeling over de verschillende watervoerende lagen weergegeven van het vergunde debiet voor alle bedrijven (industrie, energie, landbouw en handel & diensten) voor het jaar 2006 (de openbare drinkwatersector wordt hier dus niet in beschouwing genomen). Daaruit blijkt dat 28 % van het totaal vergunde debiet toegewezen is aan het Kempens Aquifersysteem en 27 % aan de Quartaire Aquifersystemen. 5 % heeft betrekking op de Sokkel. In West- en Oost-Vlaanderen is het Quartaire Aquifersysteem belangrijk als watervoerende laag. Vlaams-Brabant steunt op het Ledo-Paniseliaan Brusseliaan en het Paleoceen Aquifersysteem. In Antwerpen en Limburg worden de grootste hoeveelheden uit het Kempens Aquifersysteem onttrokken. De effecten van grondwaterwinning op de ondergrond hangen af van de lokale (hydro)geologische omstandigheden en van de aard van de grondwaterwinning zelf.

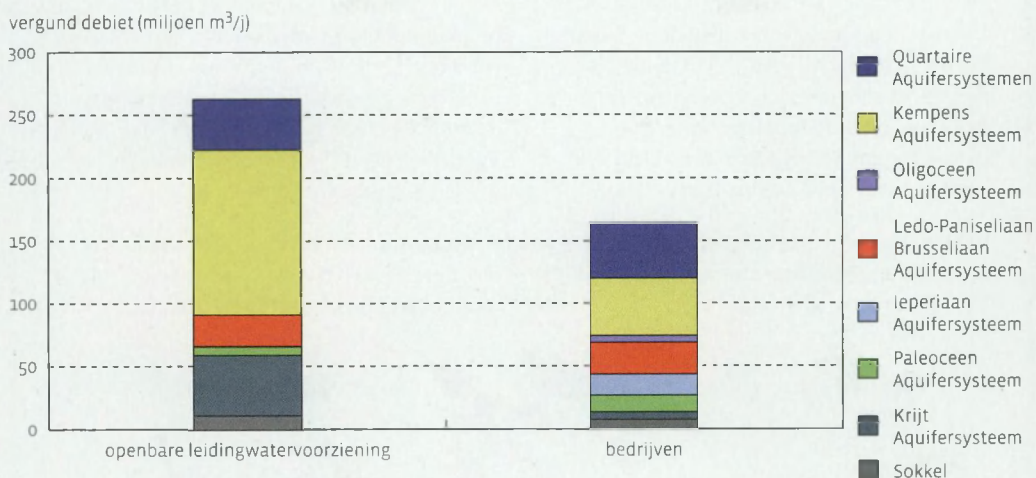
Figuur 8.4: Vergunde debiet per watervoerende laag en per provincie voor grondwaterwinning voor bedrijven (2006)



Bron: grondwatervergunningendatabank, Afdeling Water, VMM

In figuur 8.5 wordt voor Vlaanderen de druk van de openbare drinkwatersector vergeleken met de druk van de bedrijven. In 2006 bedroeg het vergunde debiet voor de drinkwaterproductie 263 miljoen m³/j en voor de bedrijven 166 miljoen m³/j. 42 % van het totale vergunde debiet is toegewezen aan het Kempens Aquifersysteem, 75 % daarvan gaat naar de drinkwatersector, 25 % is bestemd voor de bedrijven. Het Quartair is goed voor 18 % van het vergunde debiet en wordt ongeveer gelijk benut door de drinkwatersector en de bedrijven. Het Krijt Aquifersysteem wordt eveneens in belangrijke mate door de drinkwatersector aangesproken. 18 % van het vergunde debiet binnen die sector komt uit het Krijt en in verhouding met de overige sectoren staat de drinkwaterproductie in voor 89 % van het totaal vergunde volume uit het Krijt Aquifersysteem. Op Vlaams niveau staat de Sokkel (inclusief de Kolenkalk) in voor 4 % van de productie van drinkwater uit grondwater, wat schijnbaar onbelangrijk is. In West- Vlaanderen steunt de drinkwaterproductie vanuit grondwater echter voor 45 % op de Kolenkalk. De industrie is in het zuiden van Oost- en West-Vlaanderen grotendeels aangewezen op het Paleoceen en de Sokkel.

Figuur 8.5: Vergunde debiet voor grondwaterwinning per watervoerende laag, voor openbare leidingwatervoorziening en bedrijven (2006)



Bron: grondwatervergunningendatabank, Afdeling Water, VMM

NICHE-Vlaanderen

Een belangrijk deel van de waardevolle en beschermde natuur in Vlaanderen bevindt zich in valleigebieden. 35 tot 40 % van de totale oppervlakte van Habitat- en Vogelrichtlijngebieden zijn waterafhankelijk en een groot deel is in riviervalleien gelegen. Zowel het beheer en de inrichting van oppervlaktewatersystemen als het grondwaterbeleid hebben dan ook een belangrijke impact op de aanwezige en/of potentiële natuurkwaliteit. De Vlaamse en Europese wetgeving zoals het Natuurdecreet, het Decreet Integraal Waterbeleid, de Europese Habitatrichtlijn en de Europese Kaderrichtlijn Water besteden hier veel aandacht aan. Gezien de veelal complexe relaties tussen het watersysteem en terrestrische ecosystemen is het niet altijd eenvoudig om de ecologische gevolgen van waterbeheer en -beleid te evalueren. Om die leemte op te vullen werd NICHE-Vlaanderen ontwikkeld.

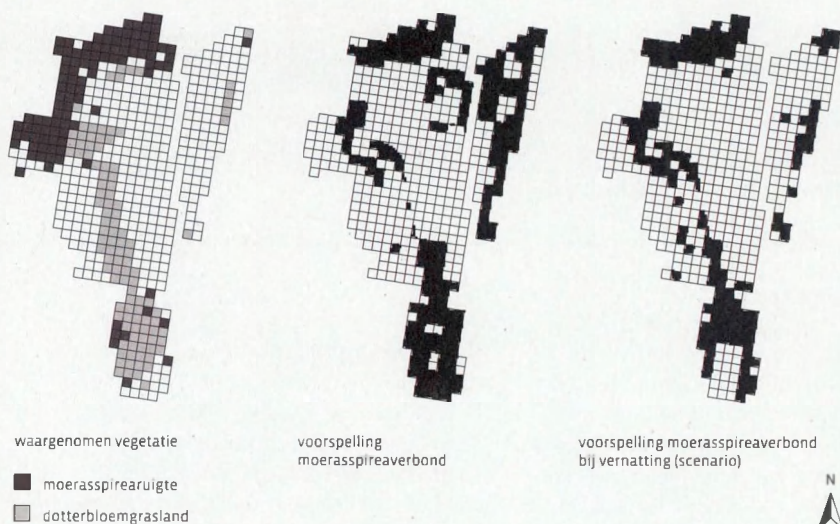
Het is een instrument dat het effect van een gewijzigd grondwaterregime op de natuur in Vlaanderen onderzoekt. *NICHE-Vlaanderen* is het eerste hydro-ecologische model dat onderbouwd werd met ecologische en hydrologische referentiedata uit Vlaanderen en dat tevens grondig getest werd (Callebaut et al., 2007). Gezien de gedetailleerde schaal waarop het model werkt is het vooral geschikt voor onderzoek op lokaal tot regionaal niveau.

NICHE-Vlaanderen moet aan natuur- en waterbeheerders een wetenschappelijk fundament bieden voor hun beheermaatregelen en inrichtingsprojecten. NICHE-Vlaanderen moet het ook mogelijk maken om de impact van grondwaterwinningen op de natuurkwaliteit te bepalen zodat het grondwaterbeleid waar wenselijk kan worden bijgestuurd.

Onderstaande figuur geeft een voorbeeld van een toepassing van NICHE-Vlaanderen in de Dijlevallei ter hoogte van de Doode Bemde. De voorspelling met NICHE-Vlaanderen van de verspreidingsarealen van Moerasspireaveverbond (midden, zwart) komt goed overeen met de ter plaatse waargenomen vegetatie van Moerasspirearuigte (links,

donkergrijs) en Dotterbloemgrasland (een vervanggemeenschap van Moerasspirearuigte bij intensief beheer, links lichtgrijs). Wanneer we met NICHE-Vlaanderen een vernatting simuleren, zien we dat het vegetatietype in de centrale laagst gelegen delen van de vallei minder kans krijgt en naar de randen wordt verdrongen (rechts, zwart).

Waargenomen verspreiding (1993-1994) van Moerasspireaveverbond en een vervanggemeenschap (links), voorspelling met NICHE-Vlaanderen van het Moerasspireaveverbond bij dezelfde abiotische voorwaarden (midden) en bij vernatting (rechts)



Bron: Afdeling Water, VMM

Meer informatie over *Waterhuishouding* op
www.milieurapport.be.

Referenties

Callebaut J., De Bie E., Huybrechts W. & De Becker P. (2007) NICHE-Vlaanderen, Samenwerking Vlaams Water, 1-7, INBO.R.2007.3.

D'hooghe J., Wustenberghs H. & Lauwers L. (2007) Inschatting van het waterverbruik in de landbouw op basis van nieuwe en geactualiseerde kengetallen per landbouwactiviteit, Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek, eenheid Landbouw & Maatschappij, Merelbeke, studie uitgevoerd in opdracht van MIRA, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst, www.milieuraapport.be.

European Commission (2006) Addressing the challenge of water scarcity and droughts in the European Union – Communication from the commission to the European Parliament and the Council, 18th July 2007, 14.

European Environment Agency (1998) Europe's Environment: the second assessment. State of the environment report No 2.

European Environment Agency (2000) Sustainable use of Europe's water? State, prospects and issues. Environmental assessment report No 7.

SERV (2007) De Vlaamse watersector: analyse en uitdagingen.

Shiklomanov I.A. & Markova O.L. (1987) Specific water availability and river runoff transfers in the world, Leningrad, Hydrometeoizdat.

Shiklomanov I.A. & Rodda J.C. (2003) World water resources at the beginning of the 21st century, 450.

Stronks M. (2003) Water shortage in the Scheldt river basin, thesis on integrated water resources management, Hydrology and Quantitative Management Group, Universiteit Wageningen.

Van Eerdenbrugh K. (2001) Zoetwaterbeheer tegen tekorten en verdroging – plan van aanpak, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Waterbouwkundig Laboratorium en Hydrologisch Onderzoek.

Van Steertegem M. (eindred.) (2000) MIRA-S 2000. Milieu- en natuurrapport Vlaanderen: scenario's, Vlaamse Milieumaatschappij, Aalst.

Lectoren

Tim Blockx, Minaraad

Michel Boucneau, **Maarten Goris**, **Paul Thomas**, **Adelheid Vanhille**, VMM

Ann Crabbé, Faculteit Politieke en Sociale Wetenschappen, UA

Renaat De Sutter, Vakgroep Civiele Techniek, UGent

Tom Diez, VMW

Gwen Huyge, Electrabel nv

Annick Lamote, Studiedienst, SERV

Claude Lybeer, WES vzw

Koen Maeghe, nv De Scheepvaart

Toon Van Daele, NARA, INBO

Wim Van Gils, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Stijn Van Hulle, Departement PIH, Hogeschool West-Vlaanderen

Katelijne Vancleemput, POM West-Vlaanderen

Claude Vanderputten, KINT vzw

Quirin Vyvey, Departement Bedrijfsmanagement Mercator, Hogeschool Gent

Patrick Willems, Laboratorium voor Hydraulica, K.U.Leuven

Hoofdpijnen

- Het Bodemsaneringsdecreet van 1995 werd in 2006 vervangen door een nieuw decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming. Dat decreet omvat niet meer alleen de aanpak van bodemsanering, maar schenkt ook aandacht aan de algehele bodembescherming.
- Herontwikkeling van brownfields laat toe om de sanering van verlaten en verontreinigde industrieterreinen te koppelen aan ontwikkeling en kan vermijden dat nieuwe bedrijventerreinen worden aangesneden.
- Na drie jaar grondverzetregeling blijkt dat jaarlijks voor 26 miljoen m³ bodem de bodemkwaliteit moet worden bepaald; daarvan kan 0,5 miljoen m³ niet meer worden hergebruikt en is reinigen of storten de enige optie.
- De bebouwde oppervlakte blijft toenemen en bedroeg in 2006 2 362 km² of 17,5 % van Vlaanderen. Ook het aantal bouwvergunningen groeit verder in 2006, maar minder snel dan in 2005.
- De totale afgedichte oppervlakte bedraagt 1 798 km² of 13 % van Vlaanderen. Die afdichting gebeurt op alle bodemtypes, iets minder op de nattere types.

Bodem

Verontreiniging en afdichting bedreigen de bodem

Sofie Van den Bulck, Eddy Van Dyck, Filip De Naeyer, Pascal Maebe, Tim Gregoir,
Afdeling Bodembeheer, OVAM

Martijn Goffings, Beatrijs Lambié, Hilde Vandendriessche, Afdeling Bodem- en
Milieuhygiëne, Bodemkundige Dienst van België

Hubert Gulinckx, Stien Heremans, Valerie Dewaelheyns, Steven Meeus, Kirsten Bomans,
Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, K.U.Leuven

Lisbeth Stalpaert, MIRA, VMM

Inleiding

Erosie, grondverschuivingen, bodemverontreiniging en bodemafdichting zijn een aantal van de bedreigingen die de bodems in Vlaanderen aantasten. De aanpak van die bodembedreigingen gebeurde tot nu toe onrechtstreeks via andere beleidsdomeinen of via specifieke wetgeving zoals voor bodemverontreiniging. Om de problemen integraal aan te pakken is er echter een allesomvattend bodembeschermingsbeleid nodig. Het Europese antwoord daarop is de strategie voor bodembescherming, door de Europese Commissie voorgesteld op 22 september 2006, die als doelstelling heeft de bodem te beschermen en duurzaam te gebruiken. Omdat de aanpak per bodembedreiging verschilt, zijn in de Europese strategie drie groepen van bedreigingen afgebakend. Een eerste groep omvat een verzameling bedreigingen zoals erosie, afname van organisch materiaal, verzilting, verdichting en landverschuivingen. Een tweede groep slaat op bodemverontreiniging en een derde groep behandelt de problematiek van bodemafdichting.

In dit hoofdstuk bespreken we in een eerste focus de problematiek van bodemverontreiniging in Vlaanderen. Er wordt een blik geworpen op het nieuwe Bodemdecreet dat verruimd is van bodemsaneringdecreet tot decreet betreffende de bodemsanering en de bodembescherming. We geven vervolgens een overzicht van de sectoren die verantwoordelijk zijn voor de bodemverontreiniging en van de stand van zaken in bodemsanering. We gaan ook dieper in op twee specifieke deelproblemen, namelijk brownfieldontwikkeling en grondverzet. Bodemverontreiniging bemoeilijkt vaak de ontwikkeling van brownfields, dat zijn verlaten of onderbenutte industriële sites. We geven aan hoe die problematiek aangepakt wordt en welke brownfieldprojecten in Vlaanderen werden opgestart, met het brownfieldproject Willebroek-Noord ter illustratie. Ook de specifieke regelgeving omtrent grondverzet komt aan bod. Om de verspreiding van bodemverontreiniging te verhinderen, stelde de Vlaamse Regering immers regels op voor het hergebruik van uitgegraven bodem. We geven een overzicht van het jaarlijkse volume uitgegraven bodem en de kwaliteit van die bodem.

In een tweede focus geven we een overzicht van de problematiek van bodemaf-dichting in Vlaanderen. We geven aan welke ontwikkelingen aan de basis liggen van die afdichting en waar in Vlaanderen het probleem het grootst is. Vervolgens gaan we meer in detail kijken naar de bodemsoort en het vochtgehalte van de afgedichte bodems.

9.1 Bodemverontreiniging

Nieuw decreet voor het kwaliteitsvol beheren en beschermen van de bodem

Op 27 oktober 2006 werd het *decreet betreffende de bodemsanering en de bodem-bescherming* (DBB) bekrachtigd door de Vlaamse Regering. Het DBB volgt het Bodem-saneringsdecreet van 1995 op.

De veranderingen ten opzichte van het decreet van 1995 zijn tweërlei: enerzijds zijn een aantal bestaande krachtlijnen, begrippen en procedures aangepast of vereenvoudigd, anderzijds zijn een aantal nieuwe krachtlijnen toegevoegd. We geven een overzicht van enkele belangrijke veranderingen.

Aanpassingen

Het register van verontreinigde gronden wordt in het DBB vervangen door het *grondeninformatieregister*. Het grondeninformatieregister bevat niet meer enkel gegevens van gronden die verontreinigd zijn, maar ook van schone gronden. Door die uitbreiding verdwijnt de negatieve gevoelswaarde die aan het register van verontrei-nigde gronden kleefde.

De *bodemsaneringsprocedures* worden eenvoudiger en flexibeler zodat sneller tot een brongerichte aanpak van de bodemverontreiniging kan worden overgegaan. Ook bestaat de mogelijkheid om het oriënterend en het beschrijvend bodemon-derzoek als een verslag op te maken en ter goedkeuring aan de overheid voor te leggen.

De *saneringsdoelstellingen* wijzigen. De saneringsdoelstelling is niet langer gericht op het bereiken van de achtergrondwaarden voor bodemkwaliteit. Bij nieuwe bodem-verontreiniging streeft de bodemsanering naar het behalen van richtwaarden. Die richtwaarden zijn als saneringsdoelstelling minder streng dan de achtergrond-waarden doordat ze een andere onderbouwing hebben. In tabel 9.1 wordt voor een aantal parameters een vergelijking gemaakt tussen de achtergrondwaarden uit het decreet van 1995 en de richtwaarden uit het DBB. Indien het halen van de richtwaarden na een BATNEEC-evaluatie van de mogelijke bodemsaneringstech-nieken niet mogelijk blijkt, moet er minstens gestreefd worden naar een bodemkwa-liteit die beter is dan de bodemsaneringsnormen. Of, indien ook dat niet haalbaar is, moet – zoals bij historische bodemverontreiniging – de saneringsdoelstelling conform BATNEEC bepaald worden.

Tabel 9.1: Vergelijking van de strengste saneringsdoelstelling voor nieuwe bodemverontreiniging volgens de bodemdecreten van 1995 (AW) en 2006 (RW)

parameter	bodem (mg/kg droge stof)		grondwater (µg/l)	
	AW**	RW	AW	RW
arseen	19	35	5	12
cadmium	0,8	1,2	1	3
lood	40	120	5	12
benzeen	0,1*	0,3	0,2*	2
tetrachlooretheen	0,01*	0,28	0,2*	5
trichlooretheen	0,01*	0,26	0,2*	5
cis+trans-1,2-dichlooretheen	0,01*	0,16	0,2*	5
vinylchloride	0,01*	0,06	0,4*	2
benzo(a)pyreen	0,1	0,3	0,005	0,4
minerale olie	50*	300*	50*	300

AW: achtergrondwaarde

RW: richtwaarde (de richtwaarden zijn de waarden zoals opgenomen in het VLAREBO dat principieel goedgekeurd werd door de Vlaamse Regering op 5 oktober 2007)

* komt overeen met de detectielimiet

** De achtergrondwaarden zijn weergegeven voor een standaardbodem met een gehalte van 10 % klei en 2 % organisch materiaal.

Bron: OVAM

Nieuwe krachtlijnen

De Europese Kaderrichtlijn Water stelt dat tegen eind 2015 een goede toestand van oppervlaktewater en grondwater moet worden bereikt. De sanering van de waterbodem vormt daarin een onmisbare schakel. Een vervuilde waterbodem kan een blijvende bron van verontreiniging zijn en daardoor het verbeteren van de waterkwaliteit en het ecologische herstel van de waterloop beletten. Een hoofdstuk in het DBB handelt over de *sanering van waterbodems*. Het laat toe dat de Vlaamse Regering bepaalt voor welke waterbodems de waterloopbeheerder een waterbodemonderzoek moet uitvoeren en binnen welke termijn dat moet gebeuren. Vermits het niet mogelijk is alle waterlopen direct te saneren, krijgt de Vlaamse Regering de bevoegdheid om prioriteiten te bepalen en de meest urgent te saneren waterbodems aan te duiden. De bodemsanering gebeurt integraal en heeft niet alleen betrekking op de waterbodem zelf maar ook op alle gronden die verontreinigd zijn door de verspreiding van de verontreiniging vanuit waterbodem of oppervlaktewater.

Een ander nieuw luik gaat over *risicobeheer*. Een saneringsplichtige kan namelijk na het beschrijvende bodemonderzoek opteren om de risico's van de verontreiniging te beheren. Risicobeheer kan enkel bij historische bodemverontreiniging en gebeurt in afwachting van de bodemsanering. Daardoor kan de saneringsplichtige het beheer van de bodemverontreiniging beter afstemmen op zijn bedrijfsprocessen.

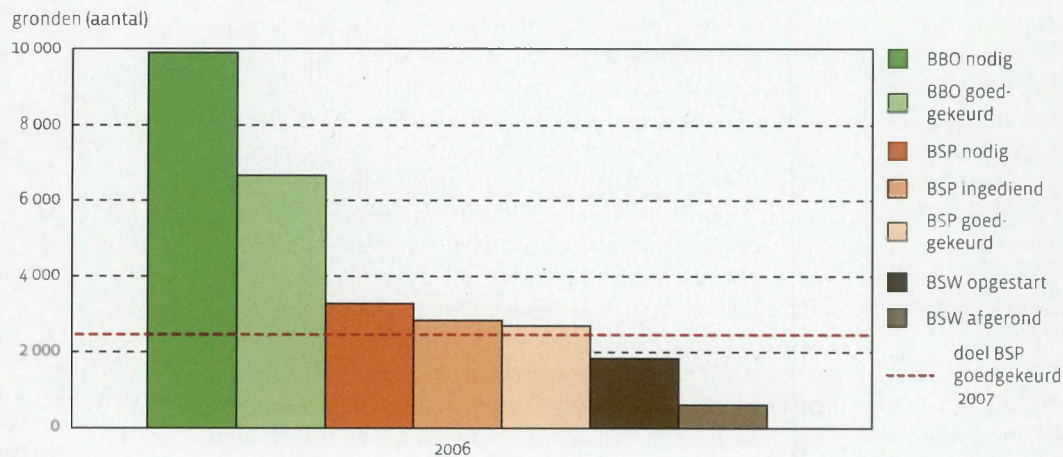
Tot op heden was er nog geen wettelijk kader voor bodembescherming. Het DBB voorziet dat de Vlaamse Regering maatregelen kan nemen om de *bodem* te

beschermen. Daarvoor worden instrumenten voorzien zoals onteigeningen van algemeen nut, subsidies en steunregeling om bodemgebruikers aan te moedigen de bodem te beschermen.

Vlaamse industrie tot op de bodem onderzocht

Het VLAREBO bevat een lijst met alle inrichtingen die een risico op bodemverontreiniging inhouden. Een grond waarop zo'n inrichting staat of stond, moet worden onderzocht (*oriënterend bodemonderzoek*) 1) bij overdracht van de grond, 2) bij sluiting of stopzetting van de inrichting, of 3) – voor bepaalde inrichtingen – periodiek. Als tijdens een bodemonderzoek de concentraties van een of meerdere parameters een grenswaarde overschrijden, wordt de grond als verontreinigd beschouwd. Als er aanwijzingen zijn bij historische bodemverontreiniging dat de verontreiniging een bedreiging vormt voor mens of milieu of bij nieuwe bodemverontreiniging dat de bodemsaneringsnormen (dreigen te) worden overschreden, wordt in een *beschrijvend bodemonderzoek* de omvang van de verontreiniging bepaald, het risico dat ervan uitgaat en de saneringsnoodzaak. Desgevallend wordt overgegaan tot de opmaak van een *bodemsaneringsproject* en het uitvoeren van *bodemsaneringswerken*. Een overzicht van de stand van zaken van verschillende fases van bodemonderzoek- en sanering wordt in figuur 9.1 weergegeven. In het Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3) werd vooropgesteld dat er voor 2 450 gronden met historische bodemverontreiniging een goedgekeurd bodemsaneringsproject zou zijn tegen einde 2007. Dat komt overeen met 23 % van het geschatte aantal dat zich zou aandienen. Uit de figuur blijkt dat die doelstelling eind 2006 gehaald is, want voor 2 694 gronden was er een bodemsaneringsproject goedgekeurd.

Figuur 9.1: Aantal gronden per onderzoeks- en saneringsfase (Vlaanderen, 2006)



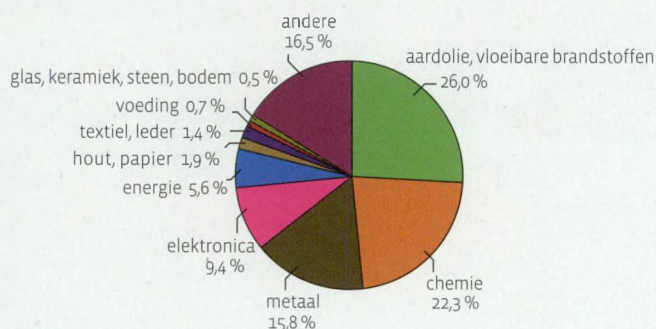
BBO: beschrijvend bodemonderzoek, BSP: bodemsaneringsproject, BSW: bodemsaneringswerken

Bron: OVAM

Ongeveer driekwart van de bodemverontreiniging in Vlaanderen is veroorzaakt door industriële en commerciële activiteiten. Figuur 9.2 geeft ruwweg de verdeling weer

over de verschillende (deel)sectoren die daartoe behoren. Vooral de verwerking van aardolieproducten, de opslag van brandstoffen en tankstations (26 %), de chemiesector (22 %) en de metaalsector (16 %) veroorzaken bodemverontreiniging. Onder de categorie 'andere' vallen onder meer drukkerijen, garagewerkplaatsen en wasserijen. Het resterende kwart van de bodemverontreiniging in Vlaanderen wordt onder meer veroorzaakt door stortplaatsen, opslag van mest, schietstanden, afvalwaterzuiveringsinstallaties, tussentijdse opslag van uitgegraven bodem en laboratoria.

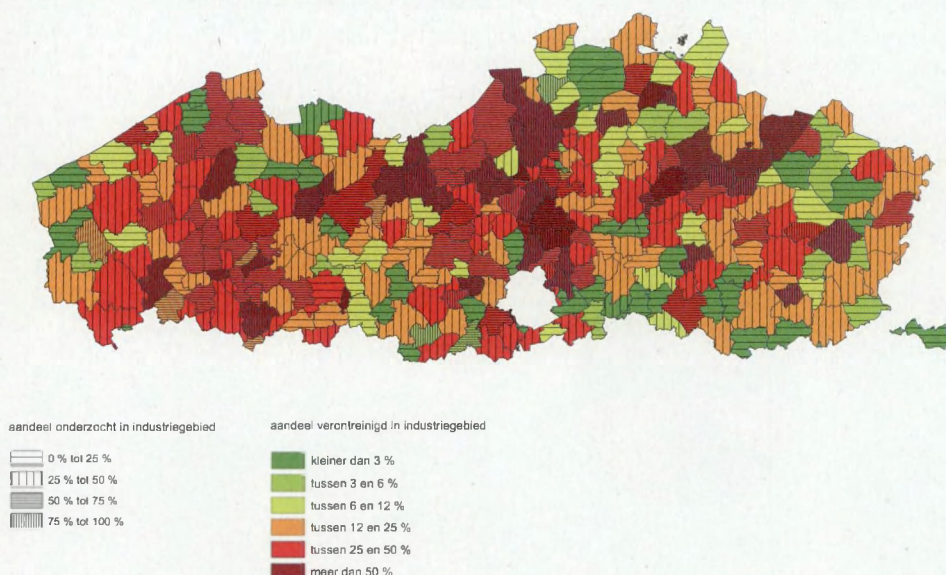
Figuur 9.2: Aandeel van de verschillende industriële en commerciële activiteiten in bodemverontreiniging (Vlaanderen, 2006)



Bron: OVAM

Zeker de industriële activiteiten zijn voornamelijk gesitueerd in speciaal daarvoor aangeduide gebieden in het gewestplan, de industriegebieden. De meeste verontreinigde gronden in een gemeente zijn dan ook gelegen in een industriegebied. Sommige gemeenten hebben een historisch industrieel verleden of maken geografisch deel uit van overwegend economische ontwikkelingszones (haven, gelegen aan een kanaal of aan belangrijke verbindingswegen). Andere gemeenten zijn landelijk en hebben geen industriële sites of hebben sites met bedrijven die geen vervuilende activiteiten uitoefenen. Figuur 9.3 geeft per gemeente het aandeel weer van de oppervlakte met bestemming industrie op het gewestplan dat reeds onderzocht is. Ook het aandeel verontreinigde oppervlakte is weergegeven. De kaart is gebaseerd op het aantal gekende verontreinigde gronden in de OVAM-databank op 1 januari 2007. Indien er een bodemverontreiniging werd aangetroffen op het perceel, werd de volledige oppervlakte van een perceel meegerekend. Het is echter goed mogelijk dat er slechts een beperkte verontreinigingskern aanwezig is op een relatief groot perceel waar verder geen verontreiniging werd aangetroffen.

Figuur 9.3: Oppervlakte industriegebied die onderzocht is en oppervlakte industriegebied die verontreinigd is, in % van de totale oppervlakte met bestemming industrie (Vlaanderen, 2006)



Bron: OVAM

Brownfields: nieuwe kijk op oude industrie

Sommige sites in Vlaanderen die vroeger werden gebruikt voor industriële productie, verwerking en dienstverlenende activiteiten liggen er nu verlaten bij en vele ervan zijn verontreinigd. Projectontwikkelaars hebben weinig controle over de ligging van de site, de aanwezigheid en staat van gebouwen, de omliggende bewoners en de graad van vervuiling. De sites kunnen in stedelijk gebied liggen en vormen zo een hinderpaal voor stadsvernieuwing. Zij vertragen de herwaardering van buurten en vormen een rem op de economische ontwikkeling. Deze terreinen zijn door hun huidige ruimtelijke context bovendien niet meer altijd geschikt voor een nieuwe industriële activiteit. Een woon- of kantoorfunctie, of een andere niet-industriële functie ligt meer voor de hand.

Investeerders en projectontwikkelaars kunnen meestal de kosten voor herontwikkeling moeilijk inschatten en zijn dan ook eerder geneigd om, rekening houdend met de mogelijkheden volgens de ruimtelijke ordening, de meer landelijke en vermoedelijk onbezoedelde gronden te kiezen voor een *greenfieldontwikkeling*. Nochtans kan de herontwikkeling van *brownfields* zorgen voor het scheppen van nieuwe jobs, het hergebruik van bestaande infrastructuur, het terugdringen van stadsuitbreiding, de verbetering van de leefomgeving en van de openbare gezondheid en het aantrekken van nieuwe investeringsmogelijkheden. De herontwikkeling van brownfields is een belangrijke component van duurzame ontwikkeling.

Het zorgt voor het verstandig gebruik van hulpbronnen, het bevordert het hergebruik van goederen en infrastructuur en het streeft naar geïntegreerde oplossingen voor economische, maatschappelijke en milieuproblemen.

In het kader van de aanpak van brownfields werd eind 2000 een overlegstructuur opgericht die diverse beleidsdomeinen overschrijdt. Die stuurgroep nam enkele belangrijke taken op zich: het omschrijven van de knelpunten met betrekking tot brownfields en het onderzoeken van de rol die de verschillende betrokken beleidsdomeinen kunnen spelen bij de herontwikkeling van brownfields. Voor de aanpak van bodemverontreiniging werden de volgende instrumenten uitgewerkt: de *samenwerkingsovereenkomsten* met de gemeenten, de opmaak van een *leidraad brownfieldontwikkeling* en de integratie van *ambtshalve bodemsanering* in herontwikkelingsprojecten. Daarnaast startte de stuurgroep met de opmaak van een financieringsmechanisme voor brownfieldontwikkeling, gecoördineerd door het kabinet van de Vlaamse minister van Financiën en Begroting en Ruimtelijke Ordening. Dat heeft geleid tot het decreet van 30 maart 2007 betreffende de *brownfieldconvenanten* (B.S. 19 juni 2007).

Een brownfield wordt in het decreet omschreven als een geheel van verwaarloosde of onderbenutte gronden die zodanig zijn aangetast dat zij kennelijk slechts gebruikt of opnieuw gebruikt kunnen worden door middel van structurele maatregelen. De gronden zijn geografisch aaneensluitend of liggen binnen een gebied met een homogene graad van verwaarlozing of onderbenutting. De oppervlakte van het brownfield laat toe om gecoördineerde herontwikkelingsacties voor het volledige brownfield uit te voeren.

Ook de rol van de verschillende actoren wordt beschreven. Het Vlaams Agentschap Ondernemen staat in voor de eenloketfunctie. Zij behandelen en inventariseren de aanvragen voor goedkeuringen, machtigingen, vergunningen en subsidies voor werken en handelingen in het kader van een brownfieldproject dat het voorwerp uitmaakt van een brownfieldconvenant. Tevens staan zij in voor de informatieuitwisseling hieromtrent. Een inventaris van bestaande brownfieldterreinen is niet beschikbaar. De definitie uit het decreet is gebaseerd op verschillende aspecten waardoor voor een inventarisatie gegevens uit diverse beleidsdomeinen nodig zijn. Voorlopig werd daartoe nog geen initiatief genomen door de Vlaamse Regering.

Rol van bodemverontreiniging bij brownfields

De meeste brownfields dragen een industrieel verleden met zich mee, waardoor op zijn minst de verplichting bestaat om in de overdrachtsfase van het terrein (bijvoorbeeld bij de aankoop van het terrein door een projectontwikkelaar, een intercommunale of een sociale huisvestingsmaatschappij) een bodemonderzoek uit te voeren.

Bij brownfields waar bodemverontreiniging aangetroffen wordt, kan het totale kostenplaatje om de verontreiniging in kaart te brengen en te saneren de potentiële waarde van de grond overstijgen. In die gevallen kan de overheid tussenkomen, bijvoorbeeld door herontwikkelingsstudies te financieren of via partnerschappen

(een deel van) de saneringskosten voor haar rekening te nemen. Op die manier nemen de opportuniteiten toe en kan de site vlotter nieuwe investeringen aantrekken, ook van private partners.

Idealiter maakt de sanering van een brownfieldterrein deel uit van de herwaardering en herontwikkeling van de ruimere omgeving. Dat heeft tot gevolg dat bij de herontwikkeling van brownfields heel wat bevoegdheidsdomeinen betrokken kunnen worden: leefmilieu, openbare werken, economie, ruimtelijke ordening, stadsontwikkeling, mobiliteit, monumenten en landschappen. Een voorbeeld van integrale aanpak vormt de herontwikkeling van het bedrijventerrein Willebroek-Noord (zie kadertekst 'Willebroek- Noord' krijgt tweede leven).

'Willebroek-Noord' krijgt tweede leven

Stopzetting van historische activiteiten zoals de cokesfabriek en de ammoniak- en kunstmeststoffenfabriek hebben geleid tot verval en leegstand in de zone Willebroek- Noord. Bovendien hebben die activiteiten geleid tot bodemverontreiniging, wat de herontwikkeling verder bemoeilijkt. Willebroek-Noord wordt ook gekenmerkt door een slecht ruimtegebruik, wat nefaste gevolgen heeft voor de leefbaarheid van de aanpalende woonwijk. Nochtans heeft het gebied op economisch vlak grote troeven: ongeveer 40 ha onbenutte industriegrond, gunstig gelegen voor een multimodale ontsluiting (spoor, water en weg), de centrale ligging van Willebroek binnen de Vlaamse Ruit en economisch knooppunt in het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen. Om die mogelijkheden te benutten, is een structurele aanpak noodzakelijk, wat geen evidentie is door de complexiteit en de onderlinge verweving van diverse problemen.

Medio 2000 startte de Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij (POM) Antwerpen een herwaarderingsproject voor Willebroek-Noord met drie strategische doelstellingen:

- de sanering en herontwikkeling van de onderbenutte percelen industriegebied;
- het benutten van de multimodale ontsluitingsmogelijkheden van het industriegebied (o.a. de aanleg van een op- en afrittencomplex met de A12, de ontsluiting van het Zeekanaal);
- het verbeteren van de leefbaarheid van de woonwijk (o.a. door het aanleggen van een groenbuffer en het inperken van geluidsoverlast).

Daarvoor wordt samengewerkt met de gemeente Willebroek, de provincie Antwerpen, de NV Waterwegen en Zeekanaal, een private partner en OVAM.

Een goede samenwerking tussen publieke en private partijen is noodzakelijk om het herwaarderingsproject te kunnen realiseren. De haalbaarheid van het project hangt onder meer af van de synchrone inzet van publieke middelen. Daarvoor zijn engagementen van diverse overheidsinstanties nodig.

Om alles in goede banen te leiden werd het volgende afgesloten op 10 juli 2007:

- een publiek-publieke samenwerking (het zogenaamde protocol) tussen POM Antwerpen, de gemeente Willebroek, de provincie Antwerpen, de NV Waterwegen en Zeekanaal en OVAM;
- een publiek-private samenwerking tussen POM Antwerpen, de gemeente Willebroek en een private partner.

Het uitgangspunt van het protocol is dat de herontwikkeling van de gronden gelegen in het projectgebied zo optimaal mogelijk gebeurt door een private partner.

De betrokken overheidspartijen verbinden zich tot het nemen van een aantal engagementen die er moeten toe leiden dat onzekerheden en risico's die een latere herontwikkeling kunnen hypothekeren maximaal worden gereduceerd.

OVAM zal het terrein van de voormalige cokesfabriek saneren. Dat is verontreinigd

met onder meer PAK's, minerale olie, BTEX en cyanides. Het beschrijvend bodemonderzoek dat de verontreiniging en de bijhorende risico's in kaart moet brengen, is in een eindfase. De kosten van de sanering worden op 10 miljoen euro geraamd. Daarnaast wordt ook een deel van de terreinen van de voormalige meststoffenfabriek ambtshalve gesaneerd. De kosten daarvan worden geraamd op 1 miljoen euro.

Op 27 september 2007 werd de toekomstvisie van het terrein vastgesteld in het Provinciaal Ruimtelijk Uitvoeringsplan. Het terrein werd in verschillende zones ingedeeld met verschillende functies. Naast zones voor industrie is er nu ook plaats voorzien voor andere functies, zoals groenzones en recreatiezones.

Aanpak van bodemverontreiniging bij brownfields

De aanpak van bodemverontreiniging bij brownfields kan via drie sporen: *privaat*, *publiek* of een *samenwerking tussen beide*. Welk spoor uiteindelijk gevolgd wordt, is afhankelijk van de potentiële economische, sociale en maatschappelijke meerwaarden, de ervaring met brownfields, de uitdaging om te investeren in het verduurzamen van ruimtelijke gebieden, de interesse vanuit de private sector en de financiële haalbaarheid van het project.

De bodemverontreiniging in de meeste brownfields wordt gesaneerd via het *private traject*, waarbij een projectontwikkelaar het terrein aankoopt, herontwikkelt en de sanering uitvoert, gecombineerd met de bouwwerken.

Het *publiek-private spoor* kan worden gevolgd wanneer brownfieldterreinen voor de private sector financieel minder aantrekkelijk zijn, maar wel een grote maatschappelijke meerwaarde hebben bij herontwikkeling. In dat geval kan de overheid een aantal ondersteunende acties nemen om private investeringen aan te trekken, zoals onder meer de verwerving van het terrein, de overname van de saneringsplicht, investeringen in concept- of planstudies en herbestemming. Gemeenten, eventueel via autonome gemeentebedrijven, intergemeentelijke samenwerkingsverbanden en reconversie maatschappijen spelen daarbij vaak een rol.

In het kader van de samenwerkingsovereenkomsten met de gemeente kan het Vlaamse Gewest ondersteuning bieden aan gemeenten (in de vorm van een subsidie) voor het opmaken van een concept- of planstudie voor de ontwikkeling van een brownfield. In de conceptfase worden de verschillende herontwikkelingsmogelijkheden afgewogen in functie van de aanwezige bodemverontreiniging. Dat kan onder meer de opmaak van een beschrijvend bodemonderzoek en een kostenraming inhouden. In de planfase wordt de gekozen variant verder uitgewerkt en kan een bodemsaneringsproject opgesteld worden. Tabel 9.2 geeft een overzicht van de gemeenten waar dat ondertussen geresulteerd heeft in een geïntegreerd concept of waar de planfase gestart is voor de sanering en herontwikkeling van een brownfield-terrein. De subsidie bedraagt steeds maximaal 31 250 euro per fase.

Tabel 9.2: Overzicht van gemeenten die financiële ondersteuning kregen voor brownfieldontwikkeling (Vlaanderen, 2007)

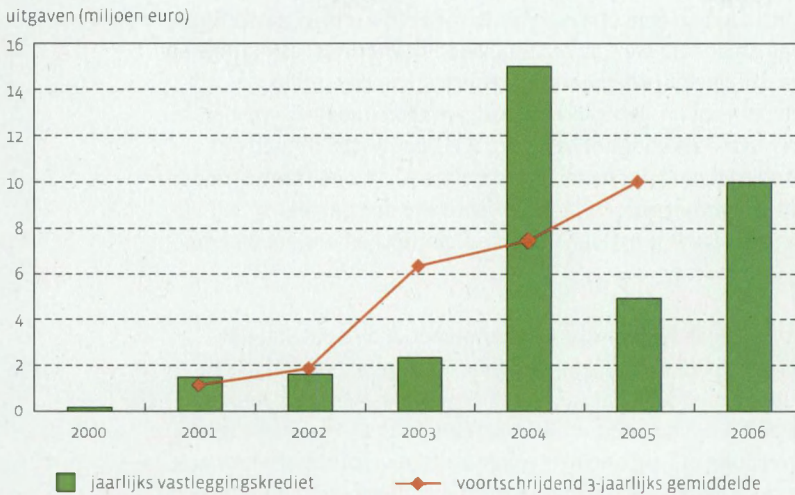
gemeente	naam site	concept	plan
Begijnendijk	De Sleutel	X	X
Buggenhout	Alvat	X	X
Kluisbergen	De Waele	X	X
Mechelen	Het Zegel	X	X
Ronse	De Nieuwe Leie	X	X
Sint-Truiden	Het Nieuw stationskwartier	X	X
Vilvoorde	Het Broek	X	
Gent	Gasfabriek		X

Bron: OVAM

Andere terreinen zijn door hun uitermate hoge saneringslast noch voor de private ontwikkelaar noch voor de publieke ontwikkelaar aantrekkelijk, of het betreft terreinen waar geen saneringsplichtige kan worden aangeduid. In dergelijk geval is het *publieke spoor* waarbij de overheid de sanering bekostigt, de aangewezen oplossing. Om die kosten maximaal te recupereren, wordt getracht de sanering te koppelen aan een geschikte herontwikkeling – eventueel in samenwerking met andere overheden.

De jaarlijkse uitgaven door OVAM in het kader van brownfieldsanering vertonen een duidelijk stijgende trend (figuur 9.4). Een belangrijk deel van de uitgaven gaat naar het uitvoeren van de ambtshalve bodemsaneringswerken. De opvallende piek voor 2004 is te wijten aan de sanering van een verlaten cokesfabriek te Zeebrugge (Carcoke). Van de uitgaven van dat jaar werd 66 % in dat dossier geïnvesteerd. Daarnaast worden middelen vrijgemaakt voor haalbaarheidsstudies om reeds in een vroeg stadium de herontwikkelingsmogelijkheden van een brownfield in kaart te brengen en na te gaan of er, naast een volledige ambtshalve aanpak, andere mogelijkheden zijn.

Figuur 9.4: Evolutie van de investeringen bij ambtshalve sanering van brownfields (Vlaanderen, 2000-2006)



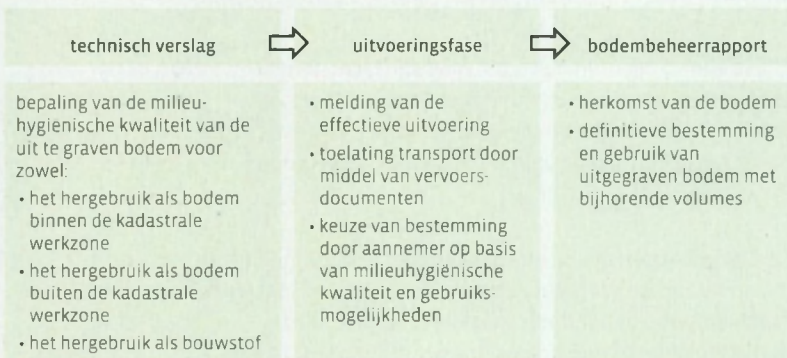
Bron: OVAM

Grondverzetregeling als opstap naar efficiënt bodembeheer

Aanpak van grondverzet

Sinds 1 april 2004 is de regelgeving rond het grondverzet van kracht. Die regeling heeft tot doel de verspreiding van bodemverontreiniging te voorkomen, een grotere bescherming te bieden aan wie uitgegraven bodem ontvangt en te zorgen voor een traceerbaarheidssysteem voor uitgegraven bodem. De *grondverzetregeling* vloeit rechtstreeks voort uit het stand-stillbeginsel in het decreet van houdende algemene bepalingen inzake milieubeleid (DABM, 5 april 1995) en als een van de basisprincipes van het Vlaamse milieubeleid opgenomen. Dat principe houdt in dat de huidige milieutoestand niet mag verslechteren. Figuur 9.5 toont samengevat het traject voor het uitvoeren van een grondverzetproject.

Figuur 9.5: Stroomschema traceerbaarheidssysteem uitgegraven bodem



Bron: Bodemkundige Dienst van België

Als eerste stap stelt de bodemsaneringsdeskundige een *technisch verslag* op van de af te graven bodem. In praktijk dient bij elke ontgraving van verdachte grond of ontgraving van niet-verdachte grond van meer dan 250 m³ een technisch verslag opgesteld te worden. Op basis van een administratieve en technische voorstudie en de analyseresultaten van de bodem stelt de erkende bodemsaneringsdeskundige een technisch verslag op waarin de *milieuhygiënische kwaliteit* van de bodem omschreven is en dat zowel voor hergebruik van de afgegraven bodem *binnen en buiten de kadastrale werkzone* als voor het hergebruik als *bouwstof*. Binnen het kader van de grondverzetregeling duikt de term kadastrale werkzone frequent op. Die term wordt omschreven als het perceel, een gedeelte van een perceel of meerdere percelen met gelijkaardige milieukenmerken binnen een project waarop een grondverzet wordt uitgevoerd.

Tijdens de *uitvoeringsfase* van de werken kiest de aannemer of de bouwheer de bestemming van de bodem. Op dit moment zijn er diverse mogelijkheden. Hij kan beslissen, rekening houdend met de in het technisch verslag vastgestelde milieuhygiënische kwaliteit, om de bodem te hergebruiken binnen de kadastrale werkzone, buiten de kadastrale werkzone of hem aan te wenden als bouwstof. Een combinatie van de drie gebruiksmogelijkheden is eveneens een optie. Indien er niet meteen een definitieve bestemming voor de bodem wordt gevonden, kan die tijdelijk gestockeerd worden op een tijdelijke opslagplaats (TOP), in afwachting van een definitieve bestemming.

Geregistreerde vervoersdocumenten moeten zorgen voor een sluitend *traceerbaarheidssysteem*. Indien de uitgegraven bodem op een correcte manier gebruikt werd, zal in een derde stap een *bodembeheerrapport* (BBR) afgeleverd worden. Dat document is opgemaakt op basis van het technisch verslag, de vervoersdocumenten en de uiteindelijke bestemming van de uitgegraven bodem.

Het traceerbaarheidssysteem wordt opgevolgd door een erkende bodembeheerorganisatie, die zorgt voor de conformverklaring van de technische verslagen, het afleveren van vervoersdocumenten en het opstellen van de bodembeheerrapporten. In 2007 zijn er twee erkende bodembeheerorganisaties actief, Grondbank vzw en Grondwijzer vzw.

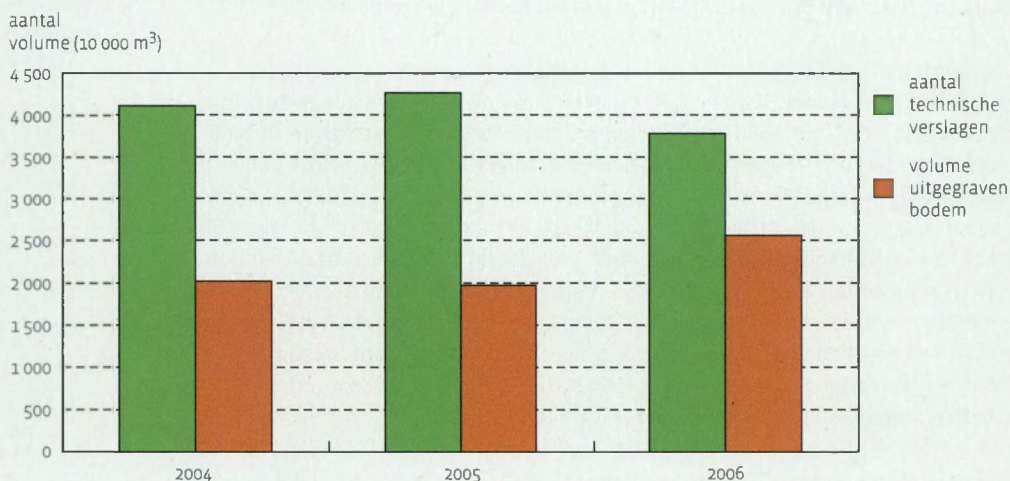
Aantal ingediende technische verslagen en gekoppelde volumes

Figuur 9.6 geeft het jaarlijkse aantal ingediende technische verslagen weer sinds 2004 en het totale volume aan af te graven bodem zoals vermeld in de technische verslagen. In 2006 daalde het aantal ingediende technische verslagen lichtjes tot 3 783 stuks; daartegenover staat het stijgende volume van af te graven bodem, met in 2006 26 miljoen m³.

Steeds meer aannemers en grondwerkers wensen enkel bodem te ontvangen met technisch verslag, zelfs bij onverdachte gronden van minder dan 250 m². Zij willen daarmee de kwaliteit van de door hen behandelde en aangeboden bodem waarborgen. Specifieke volumegegevens met betrekking tot die kleine partijen bodem zijn niet beschikbaar.

Er wordt verwacht dat in de nabije toekomst zowel het aantal ingediende technische verslagen als het beschreven volume verder zal toenemen.

Figuur 9.6: Aantal ingediende technische verslagen en de daaraan gekoppelde volumes (Vlaanderen, 2004-2006)



Bron: Grondbank vzw en Grondwijzer vzw

229

Overzicht van de vastgestelde milieuhygiënische kwaliteiten

In het kader van duurzaam hergebruik van bodem speelt de milieuhygiënische kwaliteit van de bodem een belangrijke rol. Op basis van de analyseresultaten en de interpretatie ervan, kent de bodemsaneringsdeskundige, een milieuhygiënische kwaliteit (driedelige code XYZ) toe aan de bodem. Die code bepaalt de *toepassingsmogelijkheden* van de bodem buiten (code X) en binnen (code Y) de kadastrale werkzone en/of gebruik als bouwstof (code Z). In de latere uitvoeringsfase beslist de aannemer pas de definitieve bestemming van de bodem op basis van de vastgestelde milieuhygiënische kwaliteit en de afzetmarkt.

Om het *hergebruik* van afgegraven bodem *buiten de kadastrale werkzone* (code X) na te gaan wordt gebruikgemaakt van de normen opgenomen in het VLAREBO voor de verschillende bestemmingstypes. Daarin zijn de normen voor een natuurgebied (uiteraard) strenger dan die voor een industriegebied.

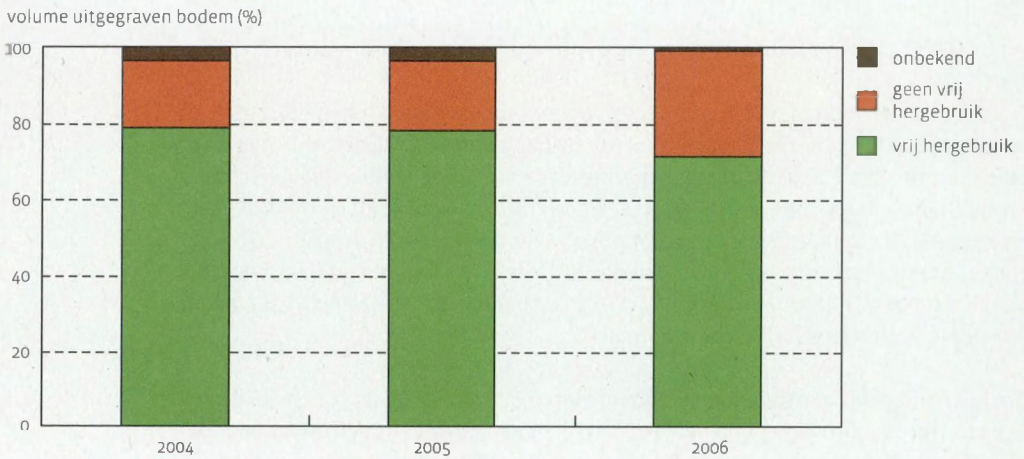
Ook voor *hergebruik* van afgegraven bodem *binnen de kadastrale werkzone* (code Y) mogen de analyseresultaten van de onderzochte monsters de normen opgenomen in het VLAREBO niet overschrijden. Worden die normen overschreden, is een bijkomende toetsing, namelijk een EAEB toetsing (Ernstige Aanwijzing voor een Ernstige Bedreiging) noodzakelijk om het risico en de hergebruikmogelijkheden binnen de kadastrale werkzone in te schatten.

Wat betreft de aanwending als *bouwstof* (code Z) dienen de normen opgenomen in het VLAREBO (bodem) en het VLAREA (afvalstoffen) gehanteerd te worden, eventueel aangevuld met bijkomende analyseresultaten.

Op basis van de ingediende technische verslagen tijdens de laatste jaren is er een tendens zichtbaar wat betreft de kwaliteit van de uitgegraven bodem.

Uit figuur 9.7 blijkt dat op basis van de resultaten van de technische verslagen, gemiddeld 70 à 80 volume% van het uitgegraven bodemvolume een goede bodemkwaliteit heeft en vrij gebruikt kan worden buiten de kadastrale werkzone. In 2006 neemt het aandeel aan vrij te gebruiken bodem licht af tot 18,2 miljoen m³. Van het resterende volume afgegraven bodem, ongeveer 7,15 miljoen m³, voldoet de kwaliteit niet aan de vastgestelde normen voor vrij hergebruik buiten de kadastrale werkzone en dient een aanvullende studie te gebeuren. Voor zowat 0,5 miljoen m³ is reinigen, storten of aanwenden als bouwstof – of dit mogelijk is, blijkt op basis van bijkomende analyses – de enige optie. In 1 tot 4 % van het af te graven bodemvolume is de kwaliteit niet bepaald. Dat is onder meer het geval bij aanleg of heraanleg van nutsleidingen waarbij de uitgegraven bodem op dezelfde plaats wordt teruggeplaatst. Dat komt voor 2006 overeen met 0,25 miljoen m³ bodem.

Figuur 9.7: Gebruiksmogelijkheden van uitgegraven bodem buiten de kadastrale werkzone (Vlaanderen 2004-2006)



Bron: Grondbank vzw en Grondwijzer vzw

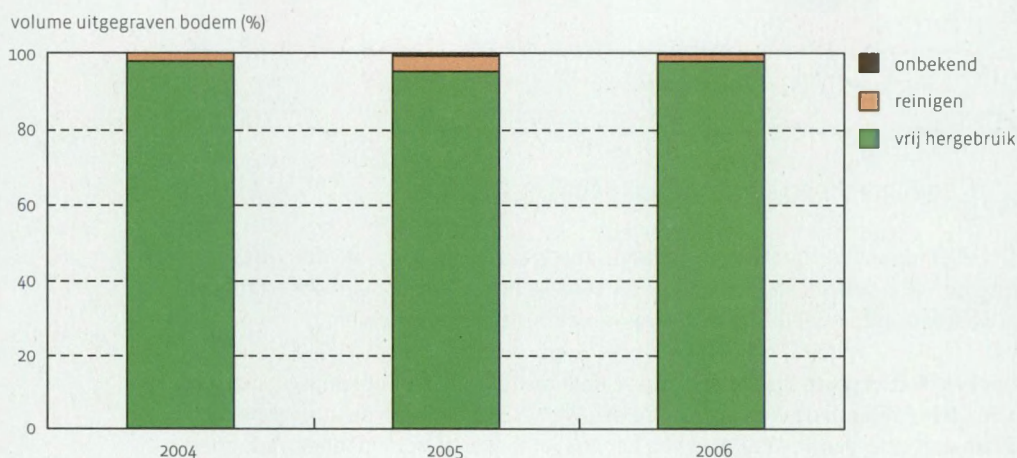
Uit figuur 9.8 blijkt dat op basis van de analyseresultaten van het technische verslag 95 à 98 volume% van de uitgegraven bodem of 25,1 miljoen m³ opnieuw mag worden gebruikt binnen de kadastrale werkzone. Slechts ongeveer 2 volume% van de uitgegraven bodem kan binnen de kadastrale werkzone worden toegepast mits het in acht nemen van de code van goede praktijk. Dat heeft onder meer gevolgen voor de tijdelijke opslag van uitgegraven bodem, waarbij men bodembeschermende maatregelen moet nemen om verspreiding van verontreiniging te voorkomen en men de bodem volgens dezelfde gelaagdheid moet terugplaatsen. 2 tot 4 % van het

volume uitgegraven bodem (0,5 miljoen m³) kan niet binnen de kadastrale werkzone hergebruikt worden omdat er bij hergebruik van de bodem een ernstig risico op een ernstige bedreiging bestaat. Die grond dient voor hergebruik gereinigd te worden.

In de hergebruiksmogelijkheden van uitgegraven bodem binnen de kadastrale werkzone traden nauwelijks variaties op in de voorbije 3 jaar.

Algemeen zijn de criteria voor hergebruik binnen de kadastrale werkzone minder streng dan die voor hergebruik buiten de kadastrale werkzone. In vele gevallen kunnen de gronden om praktische redenen niet worden hergebruikt binnen de kadastrale werkzone en moet een andere gebruiksmogelijkheid worden overwogen.

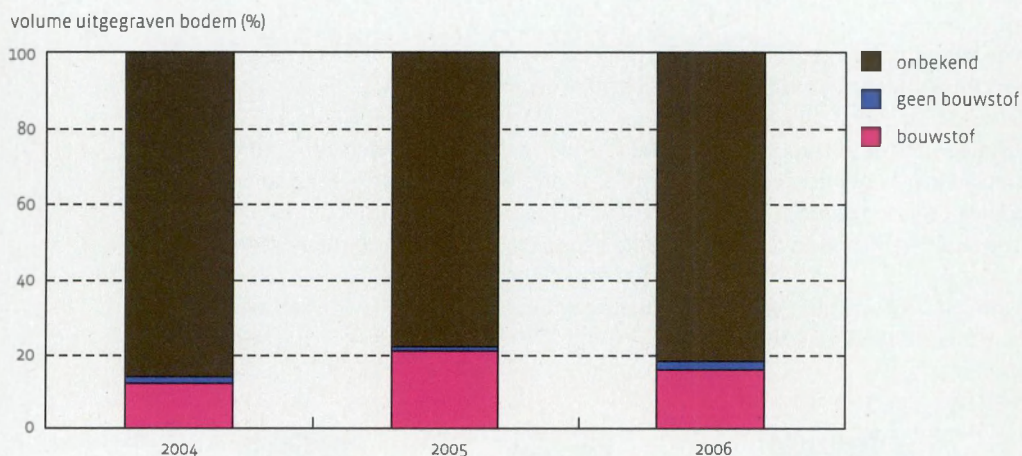
Figuur 9.8: Gebruiksmogelijkheden van uitgegraven bodem binnen de kadastrale werkzone (Vlaanderen, 2004-2006)



Bron: Grondbank vzw en Grondwijzer vzw

Ten slotte bestaat er nog de mogelijkheid om afgegraven bodem te hergebruiken als *bouwstof* in het kader van de VLAREA-wetgeving. De term bouwstof omvat gronden die aangewend worden in het kader van een waterwerk, een dijklichaam, een wegenbouwkundig werk, een bouwwerk of een bouwkundig grondwerk die duidelijk fysisch en planmatig te onderscheiden zijn van de bodem. In ruim 80 % van het volume uitgegraven bodem is het gebruik als bouwstof niet bepaald, dat komt in grootteorde overeen met het volume uitgegraven bodem dat voor vrij hergebruik buiten de kadastrale werkzone in aanmerking komt (figuur 9.9). De analyses ter bepaling van gebruik als bouwstof worden immers enkel uitgevoerd indien vrij hergebruik van bodem niet mogelijk is. Van de 20 volume% ontgraven bodem, waarvoor de analyses toch zijn uitgevoerd, bleek slechts 2 % niet te voldoen als bouwstof. Dat komt overeen met 0,50 miljoen m³ bodem. Die bodem kan enkel nog gereinigd worden in een centrum voor grondreiniging (CGR) of, indien niet reinigbaar, gestort worden.

Figuur 9.9: Gebruiksmogelijkheden van uitgegraven bodem als bouwstof (Vlaanderen, 2004-2006)



Bron: Grondbank vzw en Grondwijzer vzw

Bodembeheerrapporten en toepassingsgebied

Aan het eindpunt van het traject, nadat de afgegraven bodem op zijn definitieve bestemming is beland, stelt de bodembeheerorganisatie een bodembeheerrapport op, waarin de uiteindelijke bestemming van de bodem is opgenomen.

Door het relatief grote tijdsverschil tussen het opstellen van het technische verslag en de uitvoering van de werken, met de nieuwe bestemming van de uitgegraven bodem, treedt er een vertraging op bij het afleveren van de bodembeheerrapporten. Uit de eerste, echter onvolledige gegevens blijkt dat het aantal afgeleverde bodembeheerrapporten jaar na jaar toeneemt en ook de volgende jaren wordt een toename verwacht.

Uit de cijfers kan worden geconcludeerd dat tussen 29 en 36 % van het uitgegraven volume bodem een herbestemming binnen de kadastrale werkzone krijgt. 50 tot 59 % wordt afgevoerd naar een andere bestemming en 12 à 13 % vindt een toepassing als bouwstof.

9.2 Bodemafdichting

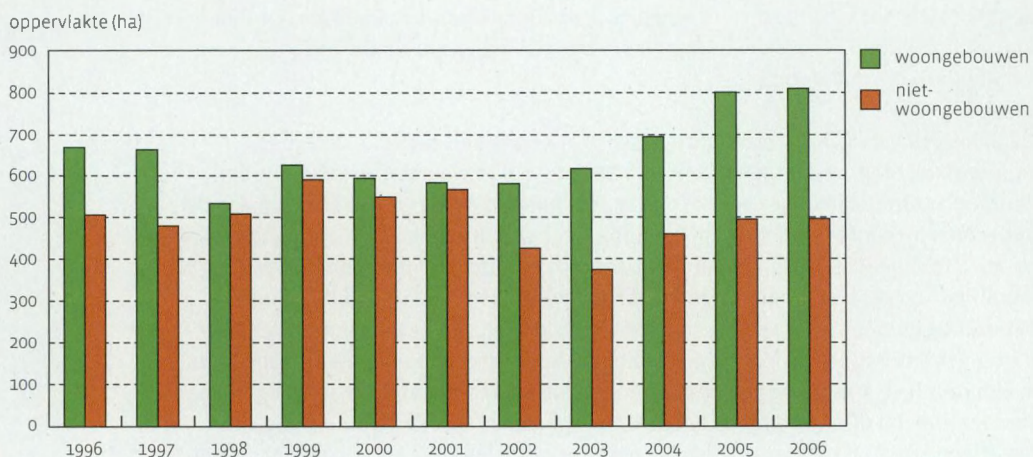
De moeilijk omkeerbare afdichting van bodems door bebouwing heeft een aantal ongunstige gevolgen. Het water kan niet meer voldoende infiltreren, waardoor de afstroming langs het verharde oppervlak toeneemt. Dat kan zowel wateroverlast aan het oppervlak als watergebrek in de diepere bodemlagen met zich brengen. Bovendien worden de afgedichte bodems onbruikbaar voor hun ecologische functies (voedselproductie, bosbouw, koolstofopslag ...) en neemt de versnippering van het areaal toe, wat ten nadele is van natuur en landschap.

Gestage toename van bebouwing in Vlaanderen

Vlaanderen is een regio met een hoge bebouwingsgraad. In Europa was er een toename van 20 % *bebouwde oppervlakte* tussen 1982 en 2002, maar in Vlaanderen bedroeg de toename tussen 1985 en 2005 zelfs 50 %. Volgens de FOD Economie, KMO, Middenstand en Energie was in 2006 2 362 km² of 17,5 % van de Vlaamse kadastrale oppervlakte bebouwd, dat is een toename van 1 % ten opzichte van 2005. Een bebouwd perceel is niet noodzakelijk voor 100 % volgebouwd of afgedicht, maar de kadastrale bebouwingsgraad is wel een indicator van verstening. De sectoren die het meest bijdragen tot *afdicthting* van de Vlaamse bodem zijn de huishoudens, de industrie en handel & diensten. Er is de jongste jaren, gemeten op niveau Vlaanderen, geen significante toename van transportinfrastructuren.

Elk jaar wordt in Vlaanderen voor een totale oppervlakte van 1 000 tot 1 400 ha bouwvergunningen goedgekeurd voor alle types van bebouwing samen (figuur 9.10). De jaarlijks vergunde oppervlakte voor *woongebouwen* vertoonde tussen 2001 en 2005 een stijgende lijn. In 2006 werden voor 808 ha nieuwe bouwvergunningen afgeleverd, een kleine toename vergeleken met 2005. De vergunde oppervlakte voor *niet-woongebouwen* (onder andere industriegebouwen) is afgenomen in vergelijking met 2001 en vroeger. Sindsdien schommelt ze tussen 450 en 500 hectare vergunde oppervlakte per jaar. Uiteraard heeft een deel van de vergunningen betrekking op verbouwing en op nieuwbouw op reeds eerder bebouwde percelen. De bezetting van nieuw aangesneden bouwgronden valt uit de cijferreeksen niet af te leiden.

Figuur 9.10: Evolutie van de oppervlakte onder nieuwe bouwvergunningen (Vlaanderen, 1996-2006)



Bron: Federale overheidsdienst Economie, KMO, Middenstand & Energie

Afdichting van Vlaanderen is groter dan tot nu toe geschat

Een belangrijke fractie van de bebouwde oppervlakte is *hermetisch afgedicht*. Om dat in te schatten is een combinatie nodig van de meest gedetailleerde beschikbare landgebruiks-informatie en aanvullend terreinonderzoek. Een eerste versie van de bodemafdingskaart van Vlaanderen werd gepresenteerd in het rapport MIRA-T 2005. De kaart was gebaseerd op een onvolledige digitale rasterversie van de 1/10 000 topografische kaart van het NGI (opnames rond 2002). Sindsdien werd die versie uitgebreid, maar de bedekking is nog niet volledig. Er werden in 2005 en 2007 in 18 proefvlakken van 8x10 km, regelmatig verspreid over Vlaanderen, gedetailleerde veldopnames uitgevoerd van de verharding (gebouwen, opritten ...). Dat liet toe een correctere inschatting van de bodemafding te maken. Figuur 9.11 geeft de hoeveelheid bodemafding per kilometerhok weer voor het grootste deel van Vlaanderen.

Volgens de nieuwe versie van de bodemafdingskaart blijkt dat 179 843 ha of 13,3 % van de Vlaamse bodem afgedicht is, waar de vorige kaart 'slechts' 12 % bodemafding aangaf. Die toename kent twee redenen. Enerzijds is ze het gevolg van de hogere graad van detail waarmee gewerkt werd en daarmee samenhangend een grotere nauwkeurigheid. Anderzijds is een deel ook te verklaren door toename van bebouwing, hoeveel precies is echter niet gekend.

234

Er zijn in Vlaanderen nog een aantal regio's met een afdingspercentage lager dan 5 %, voornamelijk in de Westhoek, Zuid-Limburg en het Meetjesland. De kustlijn, de Vlaamse Ruit en het zuidoosten van West-Vlaanderen worden gekenmerkt door een overwicht van kilometerhokken met meer dan 30 % afgedichte bodems. Het is opvallend dat ook op kilometerschaal het grootste deel van Vlaanderen overkomt als een mozaïek met weinig en sterk afgedichte oppervlakken vlak bij elkaar. De niet-afgedichte bodem is door die heterogene verspreiding van afding sterk versnipperd in Vlaanderen.

De beheersing van verdere afding is in grote mate een zaak van een goede ruimtelijke ordening. Met het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (RSV) zijn een aantal trendbreuken in het beleid ingezet. De belangrijkste zijn: het principe van de gedeconcentreerde bundeling, de bepaling van het buitengebied en de zogenoemde 60-40-verdeling. Die verdeling betekent dat bijkomende woongelegenheden voor 60 % moet worden geplaatst over de geheel of gedeeltelijk tot het stedelijke gebied behorende gemeenten en de overige 40 % in de kernen van de gemeenten van het buitengebied. Zodoende resulteren al die principes van het RSV in theorie enerzijds in een relatieve vrijwaring van het buitengebied, maar anderzijds in een mogelijke verdere afding van de reeds bebouwde gebieden. Die verdere afding kan negatieve effecten hebben op het vlak van waterhuishouding en microklimaat. Om dat op te vangen is er de stedenbouwkundige verordening hemelwaterputten (1 oktober 2004), waarin minimale voorschriften zijn opgenomen voor lozing van niet-verontreinigd hemelwater van verharde oppervlakken. De toepassing van die verordening is niet voldoende om de problemen als gevolg van afding op te vangen. Het is eveneens van belang door allerlei maatregelen van voorzorg, herinrichting en aangepast beheer de niet-afgedichte oppervlakte van Vlaanderen te

vrijwaren. Diverse beleidsvelden spelen daarin een rol: landbouw, platteland, milieu, natuur enz. Bovendien moet er meer directe beleidsaandacht gaan naar het verlies van waardevol bodempatrimonium als gevolg van afdichting, een aspect dat onvoldoende in rekening wordt gebracht.

Figuur 9.11: Bodemafdichting geaggregeerd per kilometerhok



Bron: Nationaal Geografisch Instituut

Geen enkel bodemtype wordt gespaard

Om de relatie na te gaan tussen het bodemtype en de hoeveelheid bodemafdichting werd eerst de digitale versie van de 1/20 000 Bodemkaart van België geaggregeerd tot een beperkt aantal bodemtypes. Vervolgens werd dat resultaat overlegd met de bodemafdichtingskaart in haar originele resolutie van 1 m. Het resultaat van die analyse wordt weergegeven in figuur 9.12.

Het hoogste percentage bodemafdichting is zoals te verwachten aanwezig in de klasse van de kunstmatige bodems. Ten tijde van de bodemkartering (jaren 50 tot 70) werden daarbij behalve de bebouwde gebieden ook de afgegraven, opgehoogde of op een andere manier zwaar verstoorde bodems gerekend. Die oppervlakte (1 798 km²) omvat de steden en dorpen zonder de uitbreidingen en uitzwermingen sinds de jaren 70 van de vorige eeuw en is ongeveer de helft van de bebouwde oppervlakte in 2006. De in de zandstreken belangrijke plaggenbodems (door eeuwenlange bemesting met organisch materiaal sterk verbeterde en zeer humusrijke gronden) zijn in sterke mate afdicht als gevolg van hun ligging rond traditionele nederzettingen. Bij uitbreiding

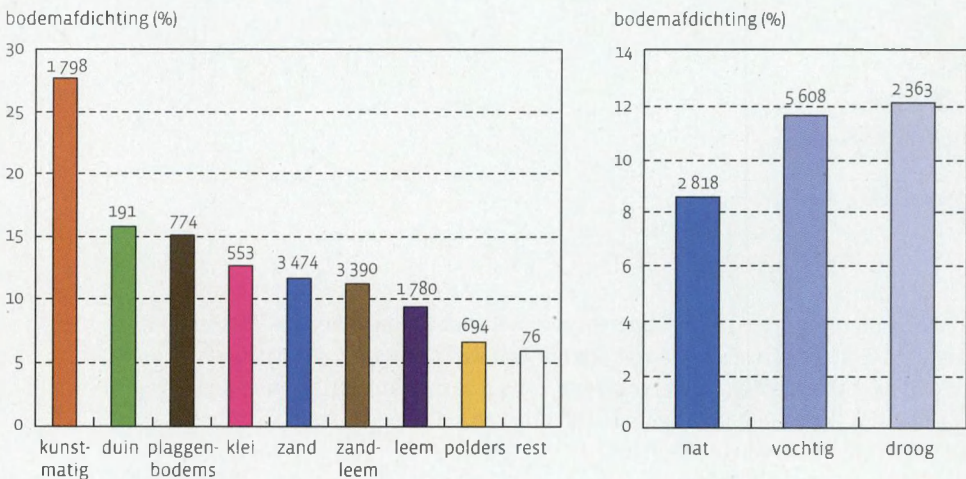
van de nederzettingen werden zij dan ook als eerste ingepalmd. Dat is niet alleen een bodemkundig, maar ook een cultuurhistorisch en ecologisch verlies. Een gelijkaardig verlies is gebeurd door de ingrijpende urbanisatie van de duingordel.

Bij de leemgronden wordt een wat lager percentage bodemafdichting teruggevonden dan bij de zand- en de zandleemgronden. Door de hoge vruchtbaarheid van de leemgronden zijn zij tot heden overwegend in agrarisch beheer gebleven. De kwaliteit zelf van de gronden en de relatieve ruimtelijke gaafheid van hun landschappen versterken hun status in het ruimtelijke beleid.

De analyse volgens de vochttrap geeft aan dat de natte bodems relatief minder afgedicht zijn dan de droge en de vochtige bodems. Het verschil in bodemafdichting tussen de droge en de vochtige bodems is verwaarloosbaar. Nat, vochtig en droog verwijst naar het gemiddelde vochtregime (vochttrap) van de bodem gedurende het jaar.

Algemeen toont de vergelijking met de bodemkaart aan dat de bouwsector, de industrie en de ruimtelijke ordening nauwelijks rekening houden met de diversiteit, de waarden en de milieufuncties van het bodempatrimonium.

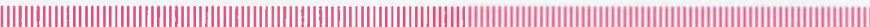
Figuur 9.12: Percentage bodemafdichting van bodemtypes volgens textuur of bijzondere oorsprong en van de niet-kunstmatige bodemtypes volgens vochttrap (Vlaanderen, 2006)



De cijfers boven de balken geven de oppervlakte weer, binnen de 87 % van Vlaanderen opgenomen in de afdichtingskaart.

Bron: Nationaal Geografisch Instituut

Meer informatie over Bodem op
www.milieurapport.be.



Referenties

Codes van goede praktijk voor het werken met uitgegraven bodem, Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij, januari 2004.

Decreet betreffende de Brownfieldconvenanten, Vlaamse Regering, Belgisch Staatsblad, 19 juni 2007.

Decreet betreffende de Bodemsanering en de Bodembescherming, Vlaamse Regering, Belgisch staatsblad, 22 januari 2007.

Lectoren

Veerle Beyst, Studiedienst Vlaamse Regering

Karoline D'Haene, ILVO

Ludwig De Temmerman, CODA

Dirk Dedecker, OVAM

Vincent Du Four, Elia

Nadia Fahsi, Agoria Metalen & Materialen

Erik Grietens, Bond Beter Leefmilieu Vlaanderen vzw

Guy Maes, Departement PIH, Hogeschool West-Vlaanderen

Trui Maes, CDO, UGent

Maja Mampaey, Afdeling Lucht, Hinder, Risicobeheer, Milieu & Gezondheid, Departement LNE

Koen Miseur, Mobiel21 vzw

Eddy Poelman, Provinciaal Centrum voor Milieuonderzoek Oost-Vlaanderen

Martien Swerts, Afdeling Land- en Bodembescherming, Ondergrond, Natuurlijke Rijkdommen, Departement LNE

Paul Thomas, Adelheid Vanhille, VMM

Bernard Vanheusden, Nele Witters, Departement Economie en Rechten, UHasselt

Isabelle Vermander, VCM

Patrick Wilmots, Afdeling Beleidsvoorbereiding en -evaluatie, Departement LNE-OVAM

10

Hoofdpijnen

- Het aandeel van kernenergie in de Belgische elektriciteitsproductie bedroeg 54,4 % in 2006. De vier kerncentrales van Doel stonden in voor 26,5 % van de stroomproductie.
- Het radioactieve afval van de kerncentrales en de nucleaire site van Mol-Dessel, maar ook van de historische radiumindustrie in Olen, moet vele generaties van mens en milieu geïsoleerd worden om de blootstelling van de bevolking aan ioniserende straling te beperken.
- In 2006 besloot de federale regering tot een oppervlakteberging van het kortlevende radioactieve afval in Dessel. Dat is slechts een eerste, maar een belangrijke stap in de zoektocht naar een passende eindbestemming voor de verschillende types radioactief afval in ons land.
- Een herziening van de kernuitstap die de sluiting van de kerncentrales met 20 jaar zou uitstellen, zou de uiteindelijk te bergen hoeveelheid hoogactief afval met ongeveer de helft verhogen. De toename van het laag- en middelactief afval zou zo'n 10 % bedragen.
- Ook voor nieuwe types kernreactoren ('vierde generatie') zal geologische berging van hoogactief afval nodig blijven. De benodigde lengte van de galerijen voor dat hoogactieve afval bij geologische berging valt een factor 3 kleiner uit dan voor de huidige types centrales, maar de radiologische impact van het afval is vrijwel dezelfde.

Ioniserende straling

Waar naartoe met radioactief afval?

Hans Vanmarcke, Pierre Van Iseghem, Studiecentrum voor Kernenergie
Gilbert Eggermont, Vakgroep Menselijke Ecologie, Vrije Universiteit Brussel
Johan Brouwers, MIRA, VMM

Inleiding

In ons land geven vooral de stroomproductie in kerncentrales en het nucleaire onderzoek aanleiding tot de vorming van radioactief afval. Dat afval bevat onstabiele atoomkernen die bij verval ioniserende stralingen uitzenden onder de vorm van elektromagnetische straling (bv. γ -straling) en deeltjes (bv. α - of β -straling). Ioniserende straling kan cellen beschadigen wat op termijn kan leiden tot kanker en erfelijke afwijkingen. Dat maakt een afdoend beheer noodzakelijk waarin de isolatie van het radioactief afval van mens en milieu centraal staat.

Volgens een peiling is de meerderheid van de Europese bevolking bezorgd over de risico's van radioactief afval (Europese Commissie, 2005). In België staat de radioactieve problematiek in het centrum van de belangstelling door:

- de beslissing van de Belgische regering in juni 2006 voor de bouw van een oppervlakteberging voor het kortlevende afval in de gemeente Dessel;
- de maatschappelijke en politieke discussie rond het al dan niet langer open houden van de afgeschreven kerncentrales;
- het onderzoek naar nieuwe reactortypes voor kerncentrales (generatie 4) die veiliger zouden zijn, minder splijtstof verbruiken en minder of ander radioactief afval zouden produceren;
- het spanningsveld tussen enerzijds de zeer lange duur (ongeveer 200 000 jaar) vooraleer de radiotoxiciteit van de gebruikte kernbrandstof door radioactief verval afgenomen is tot het niveau van uraniumerts en anderzijds het streven naar een meer duurzame energiehuishouding.

Los van de discussie over de keuze voor of tegen kernenergie willen we een stand van zaken geven over een cruciaal deelaspect: de radioactieve afvalproblematiek. Internationaal wordt als beginsel gehanteerd dat ieder land zelf verantwoordelijk is voor zijn eigen radioactief afval, inclusief de eindberging daarvan. Ioniserende straling is een federale bevoegdheid en daarom hebben de meeste cijfers in dit hoofdstuk betrekking op België. Het zwaartepunt van de Belgische nucleaire industrie heeft echter altijd in Vlaanderen gelegen met de voormalige radiumindustrie in Olen, de nucleaire site van Mol- Dessel en de 4 kerncentrales in Doel.

In dit hoofdstuk brengen we eerst de nucleaire splijtstofcyclus in beeld en geven een inschatting van de stralingsdosis in Vlaanderen. Daarna volgt een overzicht van de hoeveelheden radioactief afval in ons land, inclusief een duiding naar herkomst. De bergingsmogelijkheden voor het gevormde afval worden bekeken in functie van de activiteit en de halveringstijd (tijd waarop de activiteit van een radionuclide met de helft vermindert) van het afval. En we besluiten met een blik op het afvalaspect van enkele opties met betrekking tot nucleaire stroomproductie in de komende decennia. De gedetailleerde bespreking van de blootstelling aan ioniserende straling en van de emissies naar lucht en water in Vlaanderen is te vinden in het achtergrond-document Ioniserende straling op <http://www.milieurapport.be>.

10.1 Splijtstofcyclus en overzicht stralingsdosis in Vlaanderen

Splijtstofcyclus: de levenscyclus van kernbrandstof

Bij fusie (samenvoegen) van de lichtste en bij fissie (splijting) van de zwaarste atoomkernen komen grote hoeveelheden energie vrij.

Kernfusie is al miljarden jaren de energiebron van de zon, maar is op aarde erg moeilijk te realiseren vanwege de elektrische afstoting van de positief geladen kernen. Zelfs met de bouw van de eerste grote fusiereactor ITER (International Thermonuclear Experimental Reactor) in het Zuid-Franse Cadarache zal de ontwikkeling van een commerciële fusiereactor voor de productie van elektriciteit nog minstens 50 jaar duren.

Splijting van het uranium-isotoop 235 is de basis van de opwekking van elektriciteit in onze Belgische kerncentrales. Een uranium-235 kern reageert gemakkelijk met een traag neutron en valt in twee stukken uiteen (splijtingsproducten) en twee of drie snelle neutronen die, nadat ze zijn afgeremd, op hun beurt een nieuwe splijting kunnen veroorzaken. Op die wijze ontstaat een nucleaire kettingreactie. Uit cijfermateriaal van de FOD Economie blijkt dat het aandeel van kernenergie in de binnenlandse elektriciteitsproductie 54,4 % bedroeg in 2006. En ook de ingevoerde elektriciteit is grotendeels nucleair: Frankrijk is met zijn omvangrijke nucleaire stroomproductie immers met ruime voorsprong de grootste stroomexporteur binnen Europa (Eurostat, 2007).

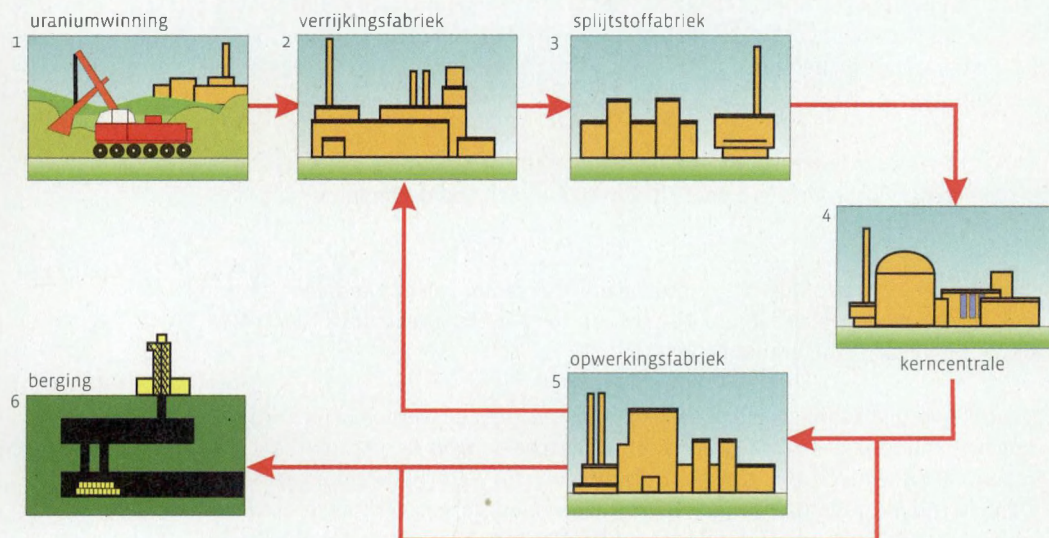
Kerncentrales zijn een deel van de nucleaire splijtstofcyclus die bestaat uit (figuur 10.1):

1. *Ontginning* en verwerking van uraniumerts; Canada was in 2006 de grootste uraniumproducent (25 %), gevolgd door Australië (19 %) en Kazachstan (13 %). Bij de uraniummijnen blijven grote hoeveelheden afval achter die door de emissie van het radioactieve edelgas radon een duurzaam beheer vergen.
2. *Verrijking* van uranium-235 van een gewichtspercentage van 0,71 % in natuurlijk uranium tot 4 à 5 % voor gebruik in kerncentrales; grote hoeveelheden verarmd

uraniumafval worden opgeslagen nabij de buitenlandse verrijkingsinstallaties. Synatom, een dochteronderneming van het door Suez gecontroleerde Electrabel en Tractebel, staat in voor de bevoorrading van de Belgische kerncentrales met verrijkt uranium, en heeft een participatie van 11 % in de Franse verrijkingsfabriek Eurodif.

3. *Vervaardiging van reactorbrandstof* (splijtstofelementen); in België worden splijtstofelementen geproduceerd door FBFC in Dessel, een dochteronderneming van het Franse AREVA.
4. Splijtstofelementen blijven een viertal jaar in de reactor van een *kerncentrale* voor het produceren van elektriciteit. De kern van een Belgische reactor van 1 000 MW bevat ongeveer 80 ton uraniumplijjststof.
5. 311 ton gebruikte splijtstof uit Doel en 359 ton uit Tihange werden in Frankrijk *opgewerkt* (in zijn chemische componenten gescheiden) om er nog splijtbaar materiaal uit te halen. Het gevormde plutonium (1 %) werd bij Belgonucleaire in Dessel verwerkt tot MOX (mengoxide), dit is een mengsel van verarmd uranium en plutonium dat opnieuw als brandstof in kerncentrales gebruikt kan worden. De productie van MOX met het gerecycleerde Belgische plutonium werd in 2003 afgerond en de MOX-fabriek van Belgonucleaire heeft in de loop van 2006 zijn deuren gesloten wegens gebrek aan buitenlandse bestellingen. Het uranium (94 %) dat naast plutonium overblijft in de gebruikte splijtstof, kan opnieuw verrijkt worden. De resterende 5 % – hoogradioactief afval, voornamelijk splijtingsproducten – werd bij de opwerking in glas ingebed. Het laatste transport van verglaasd opwerkingsafval van Frankrijk naar Belgoprocess in Dessel vond plaats op 3 april 2007. In de periode 2009 tot 2019 zullen nog andere afvalvormen afkomstig van de opwerking, zoals de hulzen waarin de splijtstof opgesloten zat, naar Vlaanderen terugkeren.
6. De niet-opgewerkte gebruikte splijtstof ligt *opgeslagen* op de vestigingsplaatsen van de kerncentrales. Op de site van Doel lag eind 2006 1 226 ton opgeslagen en elk jaar komt er zo'n 60 ton bij. Opslag in gebouwen is geen duurzame oplossing voor het beheer van radioactief afval op lange termijn, ook al gebeurt dat onder gecontroleerde en veilige condities. Internationale organisaties, zoals het Internationaal Atoom Energieagentschap in Wenen (IAEA) en de Internationale Commissie Stralingsbescherming (ICRP) stellen als eindbestemming voor radioactief afval een bergingsinstallatie voor. De meest plausibele oplossing die momenteel intensief wordt onderzocht bestaat erin om, na een periode van meer dan 50 jaar waarin de warmteproductie van het afval afneemt, de bestraalde splijtstof en het verglaasde opwerkingsafval te bergen in een stabiele geologische laag.

Figuur 10.1: De nucleaire splijtstofcyclus: van uraniumwinning tot afvalberging



Het al dan niet opwerken van de gebruikte splijtstof bepaalt of de splijtstofcyclus open of gesloten is. In de open cyclus recycleert men het uranium en plutonium niet en slaat men dus punt 5 over.

Bron: SCK

Stralingsdosis gerelateerd aan nucleaire stroomproductie

Het United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation (UNSCEAR) evalueert de *wereldwijde impact* van de nucleaire splijtstofcyclus. De UNSCEAR-schattingen voor de collectieve bevolkingsdosis (=som van alle individuele doses) per eenheid van geproduceerde elektrische energie zijn samengevat in tabel 10.1. De *lokale en regionale component* die de doses omvat gerelateerd aan de uitbating van de verschillende nucleaire installaties, bedraagt 0,9 manSv/GWj. De voornaamste bijdragen daarin komen van de ontginning van uranium, de atmosferische lozingen van kerncentrales en de opwerking van bestraalde splijtstof. De individuele doses van de lokale bevolking door de industriële activiteiten van de splijtstofcyclus zijn bij normale werking laag, grootteorde $1 \mu\text{Sv/j}$ of lager (zie ook figuur 10.2). Accidentele blootstelling en in het bijzonder een kernongeval vormt de grootste bedreiging, maar deze kleine risico's met verstrekken gevolgen voor de bevolking (bv. ongeval in Tsjernobyl) zijn niet in de UNSCEAR-cijfers verwerkt.

De schatting van de *wereldwijde component* – die de doses afkomstig van radioactieve afvalproducten uit de splijtstofcyclus omvat – is veel groter: 50 manSv/GWj. Dit is de som van alle doses over de ganse wereldbevolking voor de komende 10 000 jaar als gevolg van 1 GWj nucleaire elektriciteitsproductie. De voornaamste bijdragen komen van het geloosde koolstof-14 en van de emissie van het edelgas radon uit de grote hoeveelheden langlevend radiumhoudend afval van de uraniumwinning. UNSCEAR schat de bijdrage voor het bergen van het laag- en middelactief afval van de kerncentrales laag in: respectievelijk 0,00005 en

0,5 manSv/GWj. Voor het hoogactief afval geeft UNSCEAR geen cijfers omdat er bij de publicatie van het rapport in 2000 nog geen enkele geologische berging in gebruik was.

Een continue nucleaire elektriciteitsproductie van 250 GWj¹ zou op lange termijn resulteren in een toename van de individuele dosis van de wereldbevolking met 1 μ Sv/j. Voor Vlaanderen zou dat overeenkomen met een toename van de huidige gemiddelde blootstelling met 0,02 % (zie ook figuur 10.2). Voor een beperkte productieperiode van 100 of 200 jaar wordt de mondiale toename geschat op respectievelijk 0,1 of 0,16 μ Sv/j.

Tabel 10.1: Collectieve bevolkingsdosis door de nucleaire brandstofcyclus per GWj elektrische energie geproduceerd in kerncentrales (Wereld, 1995-1997)

gedeelte van de splijtstofcyclus*		collectieve dosis manSv/GWj
lokale en regionale component tijdens uitbating		
1	ontginning uraniumerts	0,19
	verwerking uraniumerts	0,008
	mijnafval (emissie van radon over een periode van 5 jaar)	0,04
2&3	verrijking en vervaardiging kernbrandstof	0,003
4	reactorwerking: atmosferische lozingen	0,4
	reactorwerking: vloeibare lozingen	0,04
5	opwerking: atmosferische lozingen	0,04
	opwerking: vloeibare lozingen	0,09
1&6	vervoer	<0,1
totaal (afgerond)		0,9
berging vast afval en wereldwijd verspreide radionucliden over 10 000 jaar		
1	mijnafval (emissie van radon)	7,5
2&4	reactorwerking: berging laagactief afval	0,00005
	reactorwerking: berging middelactief afval	0,5
	reactorwerking: berging hoogactief afval	zie tekst
5	opwerking: berging vast afval	0,05
1&5	wereldwijd verspreide radionucliden (voornamelijk koolstof-14)	40
totaal (afgerond)		50

* nummering zoals in figuur 10.1

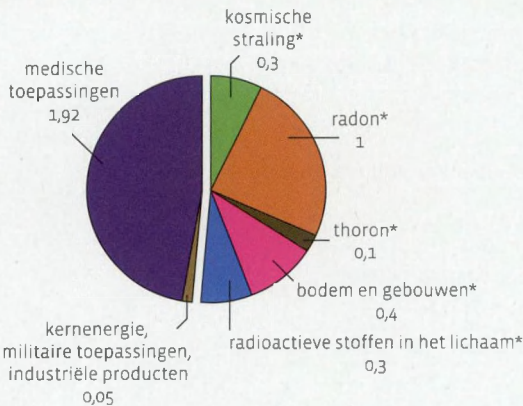
Bron: UNSCEAR (2000)

¹ Mondiaal werd in 2006 voor 303 GWj elektriciteit opgewekt in kerncentrales. In België bedroeg de nucleaire stroomproductie dat jaar 5,1 GWj (of 44,3 TWh).

Overzicht van de blootstelling aan ioniserende straling in Vlaanderen

Figuur 10.2 toont de samenstelling van de stralingsbelasting voor Vlaanderen voor het jaar 2006. De gemiddelde effectieve dosis wordt geschat op 4,1 mSv/j, waarvan 2,1 mSv/j afkomstig is van natuurlijke bronnen en 2,0 mSv/j van het toepassen van ioniserende straling, voornamelijk in de geneeskunde. De bijdrage van kerncentrales en nucleaire bedrijven is bij normale werking zeer klein.

Figuur 10.2: Aandeel van de verschillende bronnen van ioniserende straling in de dosisbelasting van de bevolking in mSv/j (Vlaanderen, 2006)



* natuurlijke bronnen

Bron: UNSCEAR (2000), omgerekend naar Vlaanderen voor 2006

10.2 Productie en tijdelijke opslag van radioactief afval in België

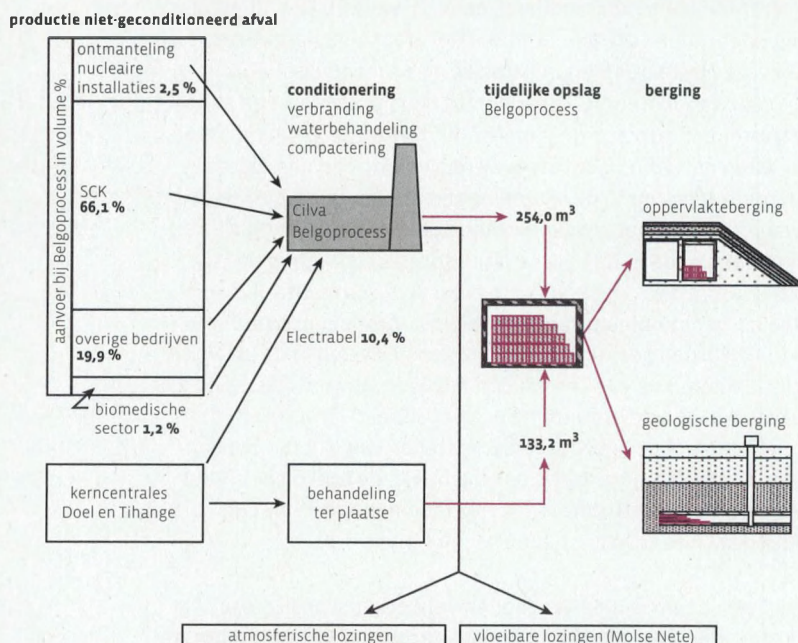
De Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen (NIRAS) is belast met het beheer van het radioactieve afval in België en met de inventaris van alle installaties en sites die radioactieve afvalstoffen bevatten. Producenten van radioactief afval hebben een meldingsplicht bij NIRAS en moeten een overeenkomst afsluiten voor het beheer ervan. Alvorens zulk afval kan worden geborgen, dient het voorbehandeld of 'geconditioneerd' te worden waarbij men het volume zoveel mogelijk reduceert. Een typische aanpak is als volgt:

- Vloeibaar afval krijgt een chemische of thermische behandeling.
- Vast brandbaar afval wordt bij een temperatuur van 900 °C verbrand en tot as verwerkt.
- Niet-brandbaar afval wordt voor zover het persbaar is onder zeer hoge druk (2 000 ton) geperst.
- Niet-persbaar afval wordt versneden, zodat het in standaardvaten kan worden verzameld.

Het resultaat van de voorbehandeling wordt in cement, bitumen of glas vastgezet en in vaten ingesloten om verspreiding te voorkomen. Eind 2002 was er heel wat media-belangstelling voor enkele tientallen vaten met radioactief afval bij Belgoprocess die gebreken vertoonden. De vaten dateerden uit de jaren 80 en waren gedeeltelijk bestemd voor storting in zee, wat echter niet meer heeft plaatsgevonden. Een aantal gecementeerde vaten vertoonden roestvorming met soms perforatie van het vat tot gevolg, en bij een aantal vaten gebitumineerd afval werd zwelling vastgesteld. In beide gevallen is er geen radioactiviteit in de omgeving terechtgekomen. De meeste van deze vaten werden destijds door het Studiecentrum voor Kernenergie (SCK) geproduceerd en voldoen niet aan de *huidige* acceptatiecriteria voor oppervlakteberging. Deze problematiek toont aan dat de wijziging van acceptatiecriteria door veranderende bergingskeuze een probleem kan vormen. Afvalproducenten kunnen slechts 50 jaar aansprakelijk worden gesteld voor verborgen gebreken in de kwaliteit van het afval. Dit onderlijnt het belang van een afdoende kwaliteitscontrole op de karakterisatie van het afval, van aan de bron tot na de conditionering in vaten. De voogdijoverheid gaf echter nog geen gevolg aan voorstellen van NIRAS voor een waar nodig meer diepgaande afvalkarakterisatie en controle in de toekomst. NIRAS wenst op een geïntegreerde en systematische wijze rekening te houden met de onzekerheden op de radiologische karakteristieken van het afval.

Figuur 10.3 geeft voor 2006 een beeld van de aanvoer en verwerking van radioactief afval door Belgoprocess, de industriële dochtermaatschappij van NIRAS. Het grootste volume niet-geconditioneerd afval (66,1 %) was afkomstig van het SCK. Het betrof voornamelijk vloeibaar afval dat Belgoprocess sinds de overname van de 'waste-afdeling' van het SCK in 1989 verwerkt. De kerncentrales vertegenwoordigden 10,4 %, de afbraak van oude installaties in Mol-Dessel 2,5 %, en de overige bedrijven 19,9 %. Ziekenhuizen en biomedische laboratoria voerden in 2006 1,2 % van het afval bij Belgoprocess aan. Na verwerking werd 254 m³ laag- en middelactief geconditioneerd afval verkregen. Daarnaast verwerkten de kerncentrales het grootste deel van hun afval zelf ter plaatse en droegen in 2006 bijkomend 133,2 m³ geconditioneerd afval aan NIRAS over.

Figuur 10.3: Productie van radioactief afval en verwerking door Belgoprocess (2006)



Bron: Covens (1997), NIRAS (2007)

Voor verwerking en beheer op korte termijn maakt NIRAS onderscheid tussen verschillende afvaltypen op basis van het dosistempo bij contact met het afval:

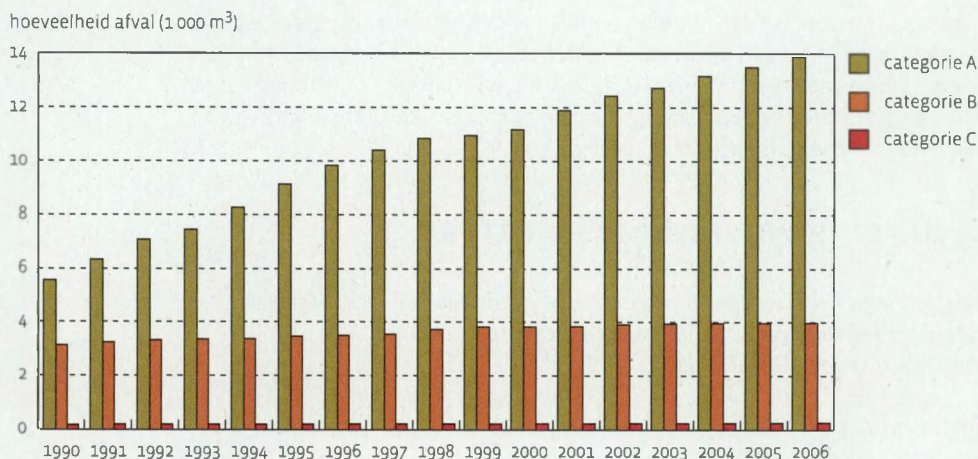
- laagactief afval (laagstralend afval zou een betere omschrijving zijn voor dit type afval): ≤ 5 mSv/h; de verwerking vereist een minimale afscherming;
- middelactief afval (middelstralend afval): tussen 5 mSv/h en 2 Sv/h; afscherming van het personeel met betonnen muren en loodglasvensters; voornamelijk afval dat ontstaat bij de fabricage van kernbrandstof en bij de opwerking van kernbrandstof;
- hoogactief afval (hoogstralend afval): > 2 Sv/h; zeer grote concentraties aan radionucliden waardoor het warmte afgeeft; de verwerking vereist hetzelfde type voorzorgsmaatregelen als middelactief afval met eventueel bijkomende maatregelen om kritikaliteit te vermijden (een ongecontroleerde kettingreactie in een grote hoeveelheid splijtbaar materiaal); betreft bestraalde kernbrandstof en verglaasd opwerkingsafval.

De nucleaire industrie geeft — net als ziekenhuizen — afvalstoffen met een lage radioactiviteit na controle als niet-radioactief afval vrij. De vrijgaveniveaus zijn wettelijk vastgelegd en afgeleid voor grote hoeveelheden afvalstoffen op basis van een maximale individuele bevolkingsdosis van $10 \mu\text{Sv/j}$ en een maximale collectieve dosis van 1 manSv/j ten gevolge van de vrijgave. Voor radionucliden met een

halveringstijd van minder dan 6 maanden zijn die vrijgaveniveaus geen voldoende voorwaarden. Daarvoor is een bijkomende gecontroleerde vervalopslag van enkele maanden tot enkele jaren vereist tot nagenoeg volledig verval onder het niveau van de radioactiviteit van de achtergrond.

België stortte in de periode 1967-1982, net als vele andere landen, radioactief afval in zee. In totaal werd 15 765 m³ geconditioneerd laagactief en radiumhoudend afval in de Noord-Atlantische Oceaan gedumpt op een diepte van 4 000 m. In 1982 stopte België vrijwillig met deze activiteit, maar het ondertekende pas in 1993 de Conventie van Londen die een definitief verbod op zeeberging inhield. Sinds 1983 wordt het geconditioneerde radioactieve afval opgeslagen bij Belgoprocess in Dessel, waar de hoeveelheden, in afwachting van berging, jaarlijks toenemen (figuur 10.4).

Figuur 10.4: Evolutie van de opslag van geconditioneerd radioactief afval bij Belgoprocess in Dessel (1990-2006)



Niet-opgewerkte gebruikte kernbrandstof (zie punt 6 van de splijtstofcyclus) en ontmantelde stoomgeneratoren liggen in Doel en Tihange opgeslagen en zijn niet verrekend in deze figuur.

Bron: NIRAS

NIRAS raamt de afvalvolumes die het tegen 2070 zal moeten beheren op:

- 70 500 m³ categorie A-afval, waarvan 51 800 m³ afkomstig van de ontmanteling van de nucleaire installaties; geconditioneerd onder de vorm van cement: 66 300 m³, polymeer: 700 m³, bitumen: 500 m³ en nog onbekend: 3 000 m³;
- 8 900 m³ categorie B-afval; geconditioneerd onder de vorm van cement: 4 160 m³, bitumen: 3 400 m³ en nog onbekend: 1 340 m³;
- 4 900 m³ categorie C-afval, waarvan 90 % bestraalde kernbrandstof en 10 % opwerkingsafval, indien het moratorium voor opwerking gehandhaafd blijft.

De uiteindelijke berging van het radioactieve afval zal heel wat kapitaal vereisen. De voornaamste provisies zijn voor de bestraalde splijtstof en voor de ontmanteling van de kerncentrales. Ze worden momenteel beheerd door Synatom, een dochter van Electrabel. Ze zijn midden 2007 aangegroeid tot 4,6 miljard euro, waarvan 3 miljard euro voor het beheer en de berging van de gebruikte brandstof bestemd is en 1,5 miljard euro voor de ontmanteling van de kerncentrales. Tegen 2050 is een bedrag vooropgesteld van 9 miljard euro voor de bestraalde brandstof en tegen 2042 een bedrag van 2,8 miljard euro voor de ontmanteling van de kerncentrales. NIRAS en het toezichtscomité over die provisies hadden echter twijfels bij het Synatom-rapport van 2007. Het probleem betreft vooral de onzekerheden die werden gehanteerd voor het inschatten van de kosten en de incoherentie met het huidige beleidskader (moratorium opwerking, kernuitstap en financiering van het bergingsonderzoek). Voor ontmanteling laat het rapport de keuze tussen directe ontmanteling 5 à 15 jaar na stopzetting van de kerncentrales en uitstel van ontmanteling met 120 jaar. Het rapport houdt geen rekening met de 3 verschillende reactorontwerpen van de Belgische centrales. Synatom financiert door toepassing van het 'vervuiler betaalt'-principe het grootste deel van het NIRAS-onderzoek. In het kader van het Vast Technisch Comité van NIRAS opteerde Synatom mee voor het verderop besproken nieuwe bergingsconcept voor hoogactief afval, hoewel het zijn schattingen voor de provisies nog steeds op het oude bergingsconcept baseert. Een berekening van de kost voor het nieuwe concept is aan de gang.

10.3 Berging van radioactief afval

Voor de berging en het beheer op lange termijn wordt het radioactieve afval ingedeeld op basis van de halveringstijd (tijd waarop de activiteit van een radionuclide met de helft vermindert):

- categorie A: laag- en middelactief kortlevend afval; voornamelijk bèta- en gammastralers met korte halveringstijden (<30 jaar) en lage stralingsintensiteit;
- categorie B: langlevend afval; voornamelijk afval besmet met alfastralers met lange halveringstijden in concentraties die te hoog zijn voor categorie A; bevat ook wisselende hoeveelheden bèta- en gammastralers;
- categorie C: hoogactief afval; met warmteafgifte $>20 \text{ W/m}^3$.

De basisprincipes waaraan een bergingsinstallatie voor radioactief afval moet voldoen, zijn:

- bescherming van mens en milieu verzekeren door het radioactieve afval vooraf te immobiliseren en nadien voldoende lange tijd uit het leefmilieu te isoleren;
- beperking van de lasten voor toekomstige generaties door op termijn een passieve bescherming te bieden; bedoeling is een evenwichtige verdeling te krijgen van de lusten en de lasten verbonden aan kernenergie tussen de opeenvolgende generaties.

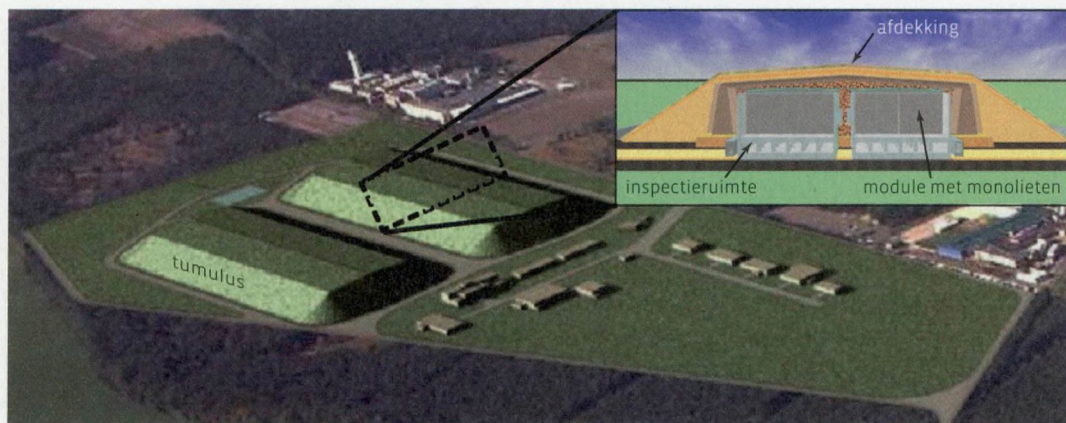
Oppervlakteberging voor kortlevend radioactief afval (categorie A)

Overeenkomstig bovenvermelde principes moet kortlevend radioactief afval (categorie A) gedurende enkele honderden jaren van mens en milieu geïsoleerd worden. Nadien kan de bergingssite door de sterke daling van de radioactiviteit vrijgegeven worden. Voor het langetermijnbeheer heeft men de keuze voor een oppervlakteberging met een controle- en toezichtsperiode van ongeveer 300 jaar of voor diepe berging.

De federale regering heeft in 1998 voor de zoektocht naar een bergingslocatie voor het categorie A-afval besloten om de klassieke ingenieursbenadering de rug toe te keren en te kiezen voor een meer participatieve benadering in gemeenten met een nucleaire bedrijvigheid. Drie partnerschappen tussen gemeenten en NIRAS werden opgericht, met name STOLA in Dessel (1999), MONA in de buurgemeente Mol (2000) en PALOFF in Fleurus-Farciennes (2003). Werkgroepen binnen deze partnerschappen onderzochten of er binnen hun gemeenten een maatschappelijk draagvlak zou kunnen zijn voor een project met maatschappelijke meerwaarde. In Dessel en Mol werden in 2005 voorontwerpen voor oppervlakteberging of diepe berging goedgekeurd in de gemeenteraad mits voldaan wordt aan een aantal voorwaarden, waaronder een akkoord over een maatschappelijk luik met compensaties voor de lokale bevolking. In Fleurus heeft de gemeenteraad op advies van het schepencollege het bergingsvoorstel van PALOFF verworpen. Op 23 juni 2006 heeft de federale regering gekozen voor een oppervlakteberging in Dessel op de grens met Mol. Het maatschappelijke luik voor de huidige en toekomstige bevolking ter compensatie voor de komst van de berging moet nog worden geconcretiseerd. Om het dossier op lokaal niveau verder op te volgen en de bestaande participatieve aanpak uit te breiden, werden de mandaten van STORA in Dessel (opvolger van STOLA) en MONA in Mol verruimd tot de bespreking van alle afvaltypes, dus ook het categorie B- en C-afval en heeft NIRAS geopteerd voor samenwerking tussen beide gemeenten. De regeringsbeslissing heeft het bergingsproject voor categorie A-afval in de ontwerpfasen gebracht. De bouwfasen zijn volgens NIRAS voorzien in de periode 2011-2016. Ondertussen is het Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle (FANC) begonnen met de bepaling van zijn vergunningsstrategie.

Figuur 10.5 stelt het STOLA-voorontwerp van oppervlakteberging voor. Het bestaat uit twee dubbele rijen afgesloten betonnen bergingsmodules. Elke module is zes lagen hoog gevuld met 936 betonnen monolieten of caissons met buitenafmetingen 1,94 m (l) x 1,94 m (b) x 1,34 m (h) die het geconditioneerde afval bevatten. De modules zijn beschermd tegen de insijpeling van regenwater door middel van een meerlagige afdichting met als voornaamste bestanddelen 1,5 m klei en een 3 m dikke biologische laag die het geheel het uitzicht van een tumulus geeft. De oppervlakteberging komt op een terrein van enkele tientallen hectaren dat in het oosten grenst aan Belgo-process, waar het categorie A-afval ligt opgeslagen. Op basis van de geschatte hoeveelheden zou de installatie beperkt kunnen blijven tot 34 bergingsmodules. Bij wijze van voorzorg voorziet het ontwerp 40 modules. Elke tumulus zou in dat geval 412 m lang en 154 m breed zijn en een hoogte van 20 m hebben.

Figuur 10.5: Inplanting van het STOLA-ontwerp voor oppervlakteberging in Dessel



Bron: STOLA

De belangrijkste barrières die de goede werking van de bergingsinstallatie na de uitbatingfase moeten verzekeren, zijn van technische aard:

- de voorbehandeling of conditionering van het afval;
- de fysische en chemische eigenschappen van de betonnen monolieten en bergings-modules om het afval gedurende honderden jaren in te sluiten;
- de afdekking met klei om de infiltratie van regenwater te verhinderen.

De langetermijnpact van de bergingsinstallatie wordt onderzocht voor verschillende scenario's. Het normale evolutiescenario, dat rekening houdt met de verwachte degradaties van de diverse barrières, is het referentiescenario. Daarnaast worden ook intrusiescenario's onderzocht waarbij de barrières van de bergingsinstallatie door menselijke activiteiten zouden worden omzeild of versneld aangetast.

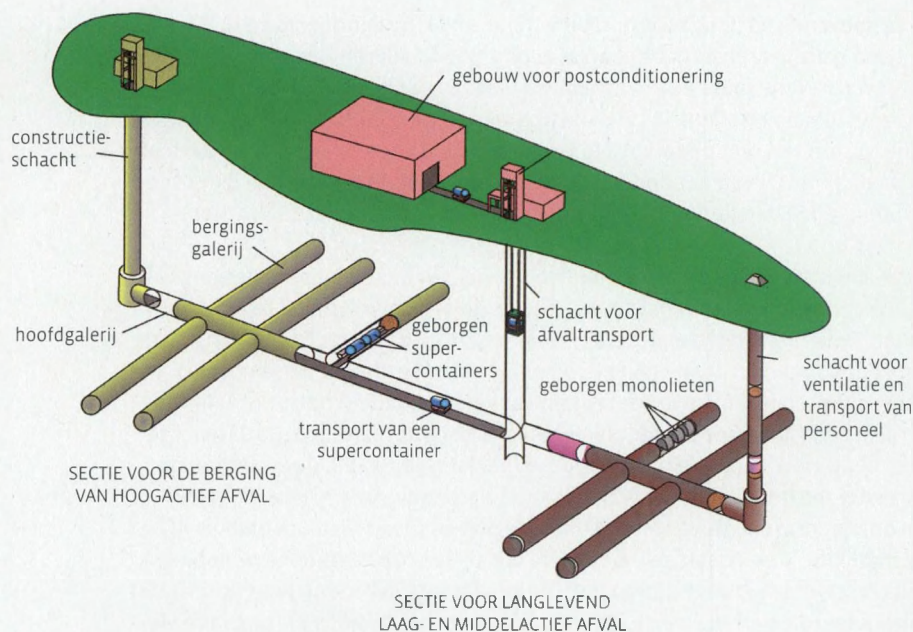
NIRAS identificeerde de radionucliden die het meest tot de dosisbelasting bijdragen op basis van hun fysische en chemische eigenschappen en de inventaris aan radioactieve afvalstoffen. Stabiele isotopen van hetzelfde element vormen een belangrijke informatiebron bij de scenarioberekeningen vanaf de vrijzetting uit het geconditioneerde afval tot de blootstelling van de bevolking. De radiologische impact voor de meest blootgestelde leden van de bevolking wordt uitgedrukt in mSv/j en mag de internationaal aanbevolen dosisbeperking van 0,1 à 0,3 mSv/j niet overschrijden (ICRP, 2000; IAEA, 1999). De berekende radiologische impact voor toekomstige generaties voor het voorontwerp van oppervlakteberging in Dessel bedraagt 0,002 mSv/j. Dat is klein vergeleken met de doses die door natuurlijke stralingsbronnen en medische toepassingen worden opgelopen (figuur 10.2).

Diepe geologische berging voor langlevend (categorie B) en hoogactief (categorie C) radioactief afval

Voor het langlevende en hoogactieve radioactieve afval (categorieën B en C) is een oplossing nodig die verzekert dat het afval gedurende honderdduizenden jaren buiten de levensruimte (biosfeer) van de mens blijft. Diepe geologische formaties komen daarvoor in aanmerking. Binnen de Europese Unie onderzoekt men steenzout, kristallijne rots en klei. Het onderzoek in België spitst zich toe op berging in klei met de bouw begin jaren 80 van het ondergrondse laboratorium Hades op een diepte van 224 m, in het midden van de 100 m dikke Boomse kleilaag, onder het SCK in Mol.

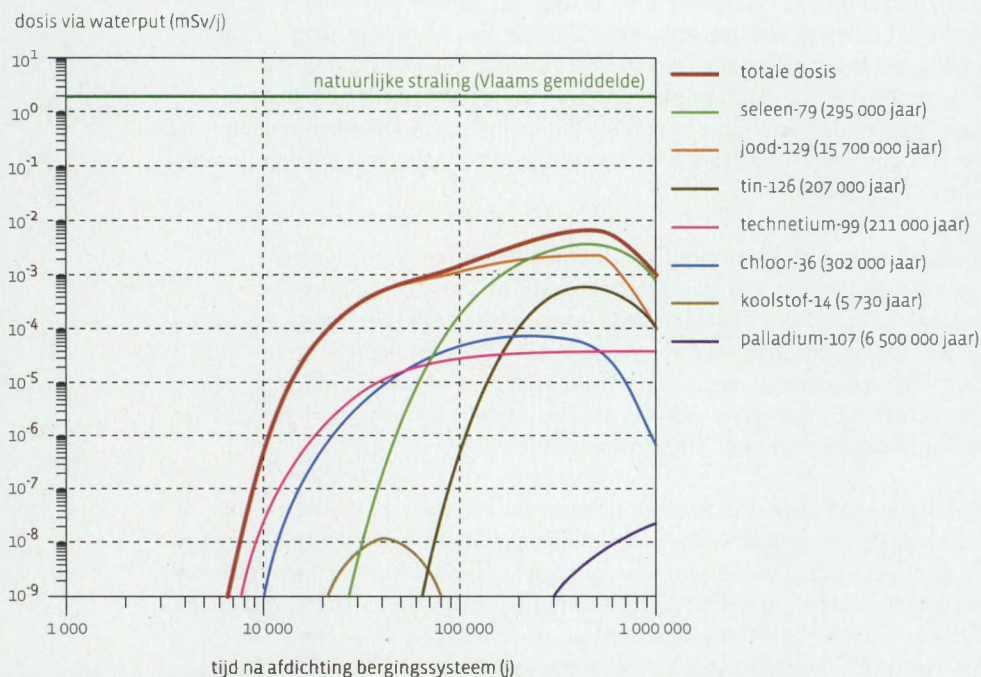
Figuur 10.6 schetst een beeld van het huidige ontwerp voor geologische berging. Het bergingsconcept werd in 2004 grondig gewijzigd om de weerstand tegen corrosie van de metalen verpakking (zie verderop) te verhogen en om beter te voldoen aan de vereisten voor hoogactief afval en in het bijzonder voor de directe berging van bestraalde splijtstof. Het nieuwe concept omvat verschillende schachten, een transportgalerij en een aantal zones (per afvaltype) met bergingsgalerijen. De vaten met hoogactief afval worden in een bijkomende verpakking geplaatst: de zogenaamde supercontainer die bestaat uit een 3 cm dikke koolstofstalen oververpakking, omgeven door een 70 cm dikke betonnen mantel in een roestvrijstalen omhulsel. De oververpakking is een belangrijke barrière die als functie heeft de radionucliden gedurende de eerste duizenden jaren in te sluiten en te isoleren van het poriënwater in de klei. Tijdens die periode zal de warmteafgifte van het afval de omringende klei met enkele tientallen graden opwarmen, wat de eigenschappen van de klei kan verstoren. Een test op ware grootte van de thermische effecten op Boomse klei wordt momenteel in het ondergrondse laboratorium voorbereid (het Praclay-experiment). De functie van de dikke betonnen mantel tijdens de bergingsfase is het beschermen van de werknemers tegen straling. Na de berging zorgt de mantel ervoor dat gedurende zeer lange tijd gunstige chemische condities zullen heersen, zodat de oververpakking uiterst traag zal corroderen.

Figuur 10.6: Ontwerp voor geologische berging van langlevend en hoogactief afval in Boomse klei



De methodiek om de veiligheid van het bergingssysteem te evalueren is dezelfde als voor de oppervlakteberging op de veel langere tijdshorizon na. Naast het referentiescenario dat de verwachte evolutie van het bergingssysteem beschrijft, worden ook een aantal mogelijke maar minder waarschijnlijke scenario's (waaronder intrusiescenario's) onderzocht. Figuur 10.7 toont de verwachte evolutie van de blootstelling voor iemand die in de omgeving van de bergingssite zou leven en die zijn drinkwater en irrigatiewater zou oppompen uit een diepe put vlak boven de Boomse kleilaag op de plaats waar, volgens de berekening, de hoogste radionuclideconcentraties zullen voorkomen. Klei is een heel efficiënte barrière tegen de migratie van radionucliden. Het duurt tenminste 5 000 jaar vooraleer de meest mobiele radionucliden uit het midden van de Boomse kleilaag naar de bovenliggende aquifer kunnen migreren. De meeste radionucliden vervallen tot verwaarloosbare activiteiten tijdens hun verblijf in de kunstmatige barrières of tijdens hun transport doorheen de kleilaag. De hoogste doses worden tussen 100 000 en 1 miljoen jaar na voltooiing van de berging verwacht, maar dan nog blijven ze onder de 0,01 mSv/j. Dat is een grootteorde lager dan de internationale dosisbeperking van 0,1 à 0,3 mSv/j.

Figuur 10.7: Verwachte dosis voor de meest blootgestelde leden van de bevolking ten gevolge van de berging van het Belgisch radioactief afval



De figuur is opgemaakt uitgaande van een levensduur voor de kerncentrales van 40 jaar. Enkel de radionucliden (met hun halveringstijd) die het meest tot de dosis bijdragen zijn afzonderlijk weergegeven. Het totaal omvat ook de radionucliden met een kleinere bijdrage.

Bron: SCK

Na ontlading van de gebruikte splijtstof uit de reactor zal men 60 jaar wachten alvorens het hoogactieve afval (zowel verglaasd afval als gebruikte splijtstof) naar de geologische bergingssite over te brengen. Dat doet men om de thermische belasting van de Boomse klei te beperken. NIRAS voorziet een stapsgewijze berging van het hoogactieve en langlevende afval, waarbij het langlevende afval vanaf 2035 geborgen zal worden en het hoogactieve afval nog enkele tientallen jaren later. Ondertussen gaat het onderzoek verder en heeft de overheid nog geen definitieve keuze voor de Boomse klei als bergingsmedium gemaakt. Een aantal voorbeelden van mogelijke onderzoeksthema's voor de berging zijn:

- 40 % van het categorie B-afval is in bitumen geïmmobiliseerd. Het komt voornamelijk van de vroegere Europese opwerkingsfabriek Eurochemic in Dessel en bevat tot 30 % oplosbare zouten, voornamelijk natriumnitraat. In tegenstelling tot het hoogactieve afval wordt de weerstand tegen uitloging van de bitumenmatrix niet beschouwd in de veiligheidsevaluatie; men veronderstelt hier dat de ingesloten radionucliden onmiddellijk vrijkomen in het kleimassief. Potentiële problemen zijn het versturende effect van het uitgeloopte natriumnitraat op de gunstige eigenschappen van de klei en de opbouw van zwellingsdruk door gasproductie en door opname van poriënwater.

- De uitgraving en bouw van de berging induceert microbiële activiteit die voor verschillende problemen kan zorgen. Methaanproducerende bacteriën en nitraat-reducerende bacteriën produceren gas, waardoor spanningen in het kleimassief ontstaan die tot breuken zouden kunnen leiden. Boomse klei bevat ook 1 tot 5 % pyriet. De oxidatie van een deel ervan door contact met omgevingslucht tijdens de uitgraving resulteert in een grote hoeveelheid sulfaat, die na afsluiting van de bergingszone in een zuurstofarme omgeving in sulfide kan worden omgezet door sulfaatreducerende bacteriën. Een goede kennis van deze cyclus en de invloed ervan op de corrosie en degradatie van de kunstmatige barrières is belangrijk voor de veiligheidsevaluatie.
- De onzekerheid over de levensduur van de kunstmatige barrières over een tijdspanne van meer dan 1 000 jaar wordt opgevangen door de stabiliteit van de 100 m dikke kleiformatie. Inderdaad, de levensduur van zowel het hoogactieve afval (glas, niet- opgewerkte splijtstof) als van de metallische containers in de condities van het recente bergingsconcept kan enerzijds nog niet met voldoende zekerheid worden voorspeld. Maar anderzijds kan men wel stellen dat de natuurlijke Boomse kleiformatie nog minstens een miljoen jaar stabiel zal zijn.
- De modellering van de biosfeer via het scenario van een waterput op de meest besmette plaats van de aquifer is conservatief maar onwaarschijnlijk. In de praktijk zullen de radionucliden via de aquifer in een rivier of kwelgebied aan het oppervlak komen. Het rivierscenario is door de grote verdunning verwaarloosbaar. In kwelgebieden is er een intense interactie tussen het opborrelende grondwater en de bodem. Lokale biosfeerprocessen zullen de eigenschappen van de radionucliden wijzigen, wat tot ophoping in specifieke milieucompartimenten kan leiden, met andere overdrachtmechanismen naar de mens tot gevolg. Naar de langetermijn-impact van die processen in natuurlijke ecosystemen, gecombineerd met mogelijke wijzigingen in het gebruik van de gronden (bv. van bos naar landbouw), is nog maar weinig onderzoek gedaan. Dat relativeert enigszins het gebruik van de dosisschattingen in figuur 10.7 als risico-indicatoren voor situaties van chronische blootstelling over lange termijnen.

10.4 Toekomstperspectief radioactief afval

In dit laatste punt blikken we vooruit op de radioactiefafvalproblematiek van een aantal denkpistes voor toekomstige nucleaire energieproductie:

- De wet op de *kernuitstap* van 31 januari 2003 bepaalt dat de kerncentrales dicht moeten zodra ze 40 jaar oud zijn. Een wetswijziging die de sluiting met 20 jaar zou uitstellen, heeft gevolgen voor het aspect radioactief afval. De bestraalde kernbrandstof neemt elk jaar met zo'n 120 ton toe (voor de centrales van Doel en Tihange samen en indien het moratorium voor opwerking gehandhaafd blijft), zodat de hoeveelheid hoogactief afval met de helft zou verhogen. De toename van het laag- en middelactief afval zou – zonder een kernongeval – 10 % bedragen omdat het grootste deel ervan afkomstig zal zijn van de ontmanteling van de bestaande nucleaire installaties.

- Internationaal werkt men aan de ontwikkeling van *generatie 4-reactoren* met een gesloten splijtstofcyclus. Natrium- of gasgekoelde, snelle neutronenreactoren splijten uranium-238 en verbruiken tot 100 keer minder natuurlijk uranium. Een doorgedreven opwerking met chemische scheiding van plutonium en andere transuranen en de omzetting ervan (verbranding) in een speciaal ontworpen versneller reduceren de warmteafgifte, waardoor de benodigde lengte van de galerijen voor het hoogactief afval afkomstig van een dergelijke splijtstofcyclus bij geologische berging een factor 3 kleiner is dan voor de huidige types centrales. Plutonium is net als de andere transuranen weinig mobiel in klei, zodat de radiologische impact bij het normale evolutiescenario wordt bepaald door de veel mobieler langlevende splijtingsproducten (figuur 10.7). Hun activiteit hangt af van het aantal splijtingen en is dus evenredig met de geproduceerde energie, zodat de nieuwe reactortypes maar een gering effect hebben op de verlaging van de radiologische impact (Marivoet, 2006). Geologische berging van hoogactief afval blijft dus ook bij kerncentrales van de 4^{de} generatie noodzakelijk. Bovendien zorgen de lozingen van de opwerkingsfabriek (waar de chemische scheiding van de bestraalde brandstof plaatsgrijpt) voor een bijkomende dosisbelasting, zoals aangegeven in tabel 10.1, waardoor er gevaar bestaat voor afwenteling van milieudruk naar andere milieucompartmenten.
- Het onderzoek naar *kernfusie* heeft met de bouw van de International Thermonuclear Experimental Reactor (ITER) in het Zuid-Franse Cadarache een nieuwe impuls gekregen. De onderdelen van een fusiereactor worden hoogactief door bestraling met neutronen en door contact met de tritiumbrandstof. Een fusiereactor produceert ongeveer evenveel radioactief afval als een fissiereactor, maar door de kortere halveringstijden kan het meeste afval afkomstig van een fusiereactor al na enkele honderden jaren vrijgegeven worden. Maar zoals al eerder aangegeven zal de ontwikkeling van een commerciële fusiereactor nog minstens 50 jaar duren.

Meer informatie over Ioniserende straling op
www.milieurapport.be.



Referenties

Covens P. (1997) Organisatie en beheer van vervalstockage van radioactief afval in VUB en AZ, Vrije Universiteit Brussel, Brussel.

Europese Commissie (2005) Special Eurobarometer 227, Radioactive waste.

Eurostat (2007) European electricity market indicators of the liberalisation process 2005-2006. Statistics in focus – Environment and Energy – 88/2007.

IAEA (1999) Near surface disposal of radioactive waste, IAEA Safety Requirements, IAEA Safety Standard Series, No. WS-R-1, Vienna.

ICRP (2000) Radiation protection recommendations as applied to the disposal of long-lived solid radioactive waste, Publication 81, Ann. ICRP 28.

Marivoet J. & Weetjens E. (2006) Impact of advanced fuel cycles on geological disposal in a clay formation, Proc. 11th IHLRWM conference, Las Vegas, 30 april-4 mei 2006.

UNSCEAR (2000) Sources and effects of ionizing radiation, Publication No. E.00.IX.3, United Nations, New York.

Lectoren

Michel Aerts, Els Thoelen, Electrabel nv

Luc De Bock, Opzoekingscentrum voor de Wegenbouw

Kris De Craene, Belconsulting

Pieter De Gelder, Olivier Smidts, Associatie Vinçotte Nucleair vzw

Toon De Kesel, Innogenetics nv

Peter De Preter, NIRAS

Stijn Devaere, DG Leefmilieu, FOD VVVL

Harrie Mol, EHSAL

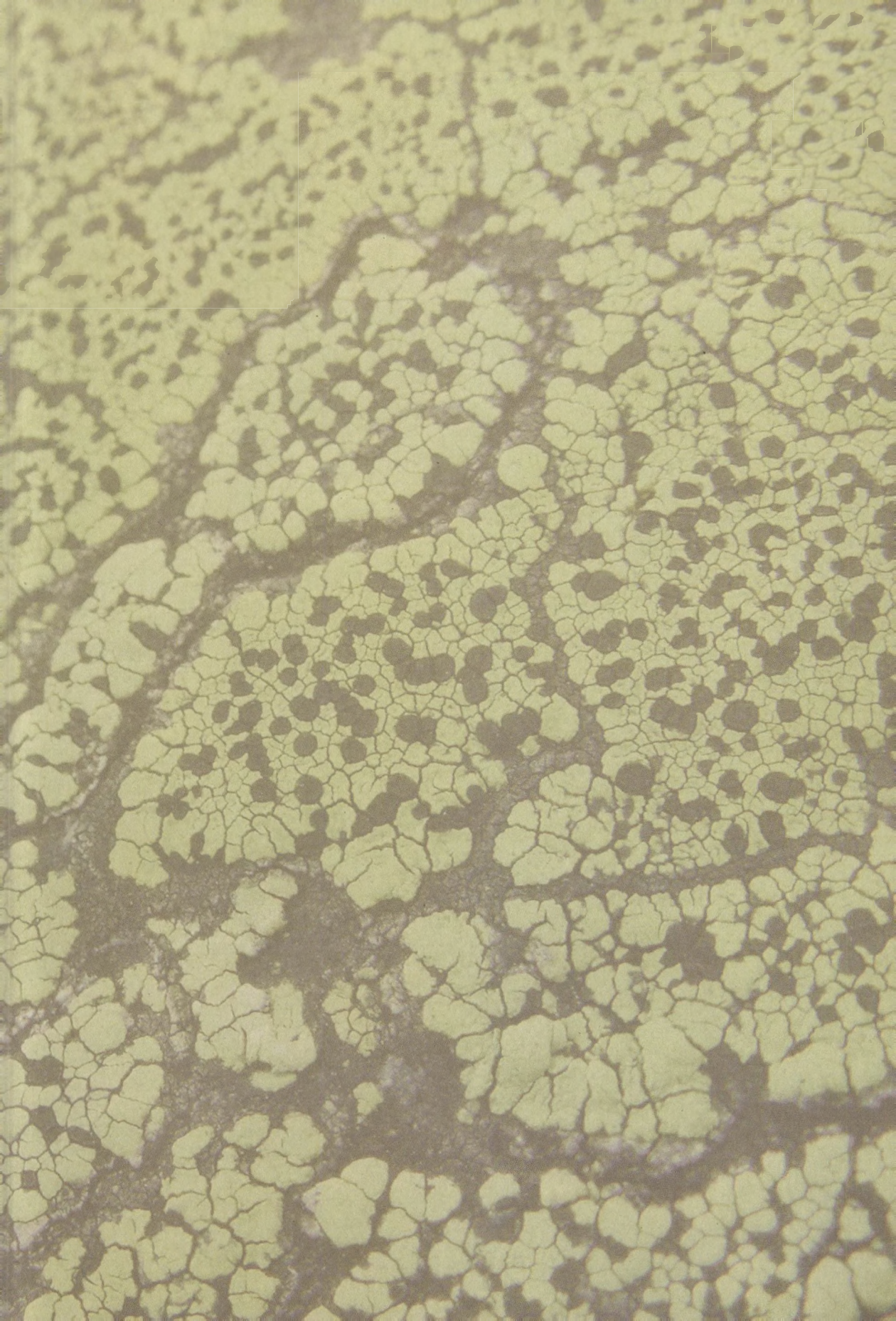
Hubert Thierens, Vakgroep Biomedische Fysica en Radioprotectie, UGent

Nico Vanaken, Anne Vandeputte, OVAM

Jos Uyttenhove, Vakgroep Subatomaire en Stralingsfysica, UGent

Claude Vanderputten, KINT vzw

Patrick Wilmots, Afdeling Beleidsvoorbereiding en -evaluatie, Departement LNE-OVAM



11

Hoofdlijnen

- Zeldzame soorten die gebonden zijn aan zeer specifieke leefgebieden gaan erop achteruit, terwijl meer algemeen voorkomende en stikstof- en warmteminnende soorten erop vooruitgaan. Daardoor vermindert de variatie in de natuur. Dit is de meest zichtbare dimensie van het *verlies van biodiversiteit*.
- De belangrijkste oorzaken van het huidige verlies van biodiversiteit in Vlaanderen zijn enerzijds *verlies en versnippering van leefgebieden* en anderzijds *vermesting*. Het beleid ter zake levert resultaten, maar is ontoereikend om het verlies van biodiversiteit te kunnen stoppen. Met de huidige inspanningen kan de Europese doelstelling om tegen 2010 het verlies van biodiversiteit te stoppen niet worden gehaald.
- Alle beschikbare gegevens wijzen erop dat voor de volgende decennia *klimaatverandering* en *invasies van uitheemse soorten* de biodiversiteit ernstig bedreigen. Om de potentiële versnelling van het verlies van biodiversiteit op te vangen is het van belang de oorzaken van de verschillende verstoringen nog grondiger aan te pakken en is het belangrijk voldoende grote natuurgebieden zorgvuldig te beheren, alsook daarbuiten een basisnatuurkwaliteit te garanderen.
- Zelfs met de sterke juridische bescherming die de *Europese Habitatrichtlijn* biedt, is het zonder bijkomende inspanningen vanuit het ruimtelijke beleid, het milieu-, klimaat- en landbouwbeleid niet mogelijk om de doelen van die richtlijn te halen.
- Positief is alvast de verhoogde *participatie* in het stoppen van het verlies van biodiversiteit en het streven naar een duurzaam gebruik van de natuur, niet alleen bij natuurverenigingen, maar ook bij landbouwers, bosbeheerders, jagers, en ook bij de overige burgers. Die diverse benaderingen zijn veelal complementair en kunnen – indien ze samenhangend worden ingezet – elkaar versterken.

Milieu en natuur

Anticiperen op klimaatverandering en invasieve soorten

Myriam Dumortier, Luc De Bruyn, Maarten Hens, Johan Peymen, Anik Schneiders,
Toon Van Daele, Wouter Van Reeth, NARA, INBO

Inleiding

In 2010 verstrijkt de termijn die Europa zich in 2001 stelde om het verlies van biodiversiteit te stoppen (European Council, 2001). In 2006 herhaalde de Europese Commissie dit engagement in de '*Communication on halting the loss of biodiversity by 2010 - and beyond*'. In het Milieubeleidsplan 2003-2007 (MINA-plan 3) werd dit de langetermijndoelstelling inzake biodiversiteit. Het Vlaamse regeerakkoord (2004-2009) wenst op dat vlak de vergelijking met andere economische topregio's te kunnen doorstaan.

Wat is de toestand van de natuur en het natuurbeleid in Vlaanderen? Dit hoofdstuk overloopt de belangrijkste vaststellingen uit NARA 2007, het laatste Natuurrapport dat in november 2007 verscheen (Dumortier et al., 2007). Het focust op de toestand van de biodiversiteit, de belangrijkste oorzaken van het huidige verlies van biodiversiteit en ten slotte de belangrijkste bijkomende bedreigingen voor de biodiversiteit. In de kaderteksten wordt naar aanleiding van de rapportering aan Europa in 2007 ingegaan op de Habitatrichtlijn en – in functie van een evaluatievraag in het regeerakkoord – op de instrumenten van het natuur- en bosbeleid.

Voor de opvolging van de voortgang naar de 2010-doelstelling werd in 2004 een set 'headline indicators' aangekondigd (European Commission, 2006). De website Natuurindicatoren (www.natuurindicatoren.be) vult die indicatoren in met de voor Vlaanderen beschikbare gegevens.

11.1 Verlies van biodiversiteit

Generalisten nemen toe, specialisten nemen af

De natuurlijke biodiversiteit in Vlaanderen in de 20^e eeuw omvatte ongeveer 40 000 soorten wilde planten en dieren (eencelligen niet inbegrepen). Van 6 % is geweten dat ze in de loop van de eeuw verdwenen zijn. Daarnaast staat 28 % op de Rode Lijst. Het gaat om soorten van zeer specifieke leefgebieden met een beperkt aanpassingsvermogen (*specialisten*, bv. gentiaanblauwtje), soorten van het landbouwgebied (bv. veldleeuwerik) en soorten van een voedselarm milieu (bv. libellen van voedselarme vennen) (tabel 11.1).

Een aantal soorten gaan erop vooruit. Dat zijn meestal soorten zonder voorkeur voor specifieke leefgebieden (*generalisten*, bv. ekster), soorten van warmere leefgebieden (bv. sommige libellen) en soorten van een voedselrijk milieu (bv. grote brandnetel) (tabel 11.1). Daarnaast zijn er ook soorten die zich succesvol aangepast hebben aan veranderingen in hun leefgebied (bv. steenmarter) of die het goed doen dankzij gerichte inspanningen (bv. vleermuizen).

Tabel 11.1: Vaststellingen in NARA 2007 inzake soorten

Toename of stabiel	Afname
Broedvogels van bossen, algemene broedvogels en watervogels nemen toe.	Broedvogels van het landbouwgebied gaan achteruit.
Libellen van voedselrijke wateren en warmteminnende libellen breiden uit.	Libellen van voedselarme vennen en plassen gaan achteruit.
27 % van de soorten uit de bijlagen van de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen leven bevindt zich in de beoogde gunstige staat van instandhouding.	73 % van de soorten uit de bijlagen van de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen leven, bevindt zich niet in de beoogde gunstige staat van instandhouding.
Landplanten van voedselrijk milieu nemen toe.	Land- en waterplanten van voedselarm milieu en waterplanten van matig voedselrijk milieu gaan achteruit.
Stikstof- en warmteminnende korstmossen breiden uit.	Stikstofgevoelige korstmossen gaan achteruit.
Vlinders en libellen die hun vliegseizoen verlengen, breiden uit.	Vlinders en libellen die hun vliegseizoen niet verlengen, breiden minder of niet uit of gaan achteruit.
De laatste vijf jaar werden jaarlijks 25 nieuwe uitheemse soorten in de natuur in Vlaanderen gevonden, sommige ervan breiden sterk uit.	

Bron: NARA 2007

Habitats bedreigd

Bijna alle habitats (96 %) uit de bijlage van de Habitatrichtlijn die in Vlaanderen aanwezig zijn, bevinden zich in een ongunstige staat van instandhouding. Wanneer niet spoedig de nodige maatregelen worden genomen, dreigen zij te degraderen tot vooral meer voedselrijke habitat.

Variatie in de natuur vermindert

Uit bovenstaande vaststellingen blijkt dat zeer specifieke leefgebieden degraderen tot reeds algemeen voorkomend, meestal voedselrijk leefgebied en dat heel wat aan specifieke leefgebieden gebonden zeldzame soorten afnemen. Dat verlies van biodiversiteit wordt enigszins gecompenseerd door de uitbreiding van warmteminnende soorten en door de capaciteit van enkele soorten om zich aan te passen, maar ook door gerichte beschermingsmaatregelen. Daartegenover staat dat een aantal algemene soorten, inclusief enkele uitheemse soorten, verder uitbreiden. Daardoor vermindert de variatie in de natuur. Dat is de meest zichtbare dimensie van het verlies van biodiversiteit. Een schatting op wereldschaal laat zien dat het verlies van biodiversiteit in de 20^e eeuw duizend keer sneller verliep dan daarvoor (Millenium Ecosystem Assessment, 2005).

Zowel in Vlaanderen als op wereldschaal is de aan *zoet water* gebonden biodiversiteit tijdens de voorbije eeuw het meest achteruitgegaan (Millenium Ecosystem Assessment, 2005). Precies daar is het laatste decennium het duidelijkste herstel zichtbaar. In Vlaanderen reageren een aantal soorten positief op de evolutie van zeer slechte naar slechte tot matige waterkwaliteit (bv. libellen, watervogels, vissen). De locaties met een zeer goede waterkwaliteit blijven evenwel moeilijk te beschermen of uit te breiden (door bv. fosfaatdruk op voedselarme beken) en het risico op verdere achteruitgang van de meest kwetsbare watergebonden soorten blijft daardoor groot (bv. drijvend waterweegbree).

Doelen Europese Habitatrichtlijn nog lang niet gerealiseerd

Europese richtlijnen met betrekking tot natuur, water en milieu werken sturend op het Vlaamse beleid. In 2007 moesten alle lidstaten aan Europa rapporteren over de voortgang van de uitvoering van de Habitatrichtlijn.

Habitatrichtlijngebieden

De Habitatrichtlijn heeft tot doel een aantal soorten en habitats die mondiaal bedreigd zijn en waarvoor Europa een centrale rol vervult te beschermen. Voor de bescherming van deze soorten en habitats worden onder meer Habitatrichtlijngebieden afgebakend. Met zijn 7,5 % Habitatrichtlijngebied scoort Vlaanderen zwak in vergelijking met het Europese gemiddelde, maar goed in vergelijking met de omliggende economische topregio's (zie NARA 2007). Dankzij de

richtlijn moeten ontwikkelingen in en om de Habitatrichtlijngebieden (bv. infrastructuurwerken) rekening houden met de instandhouding van die bedreigde soorten en habitats. Beschadiging kan alleen bij gebrek aan alternatieven en voor 'dwingende redenen van groot openbaar belang' en dient te worden gecompenseerd (bv. herstel van slikken en schorren na de verdieping van de Zeeschelde).

Maatregelen

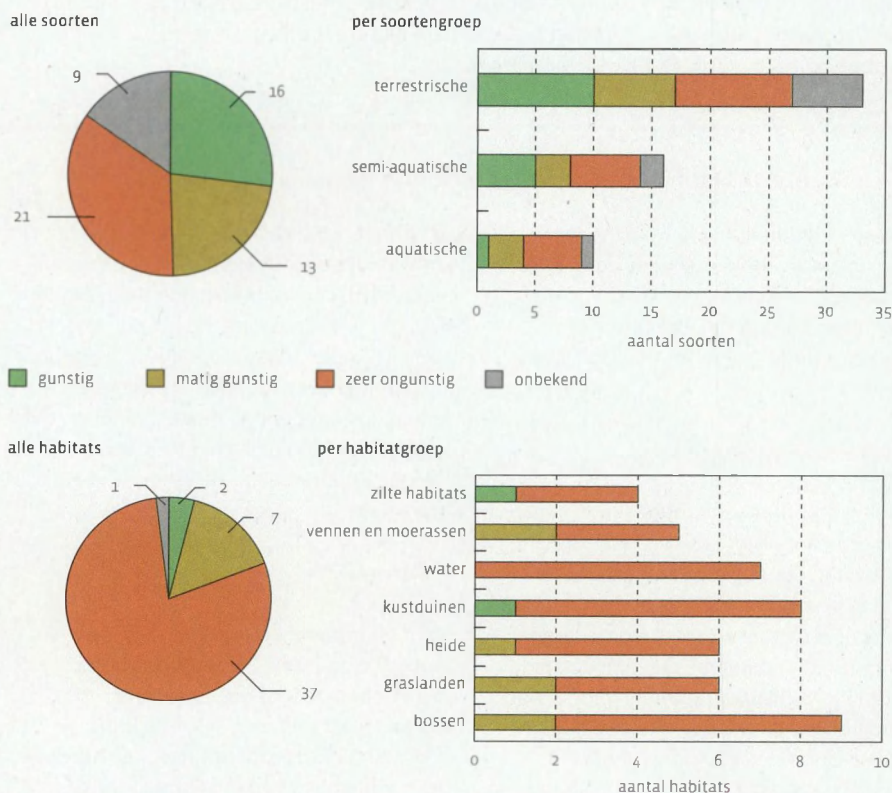
Voor de instandhouding van de soorten en habitats waarop de Habitatrichtlijn focust, is meestal een gericht beheer nodig. Op ongeveer een derde van de bijna 102 000 ha Habitatrichtlijngebied wordt het beheer financieel ondersteund door de overheid (natuurgebied, uitgebreid

bosbeheerplan, beheerovereenkomst). Dat is een merkelijk lager aandeel dan andere EU-landen (European Environment Agency, 2006a). Een vijfde van het Habitatrichtlijn-gebied is in landbouwgebruik en op iets minder dan een derde van de oppervlakte is een natuurgerichte bemestingsbeperking van toepassing. Deze instrumenten zijn generiek van aard en richten zich niet specifiek op de soorten en habitats uit de richtlijn. De uitvoering van maatregelen voor de instandhouding van de soorten en habitats uit de Habitatrichtlijn lopen achter op de afbakening.

Evaluatie

Europa beoogt een gunstige staat van instandhouding voor al de soorten en habitats uit de bijlagen van de Habitatrichtlijn. Slechts 4 % van de in Vlaanderen aanwezige habitats en 27 % van die soorten, bevindt zich in Vlaanderen in die gunstige toestand. De toestand in het water is slechter dan die op het land. De juridische bescherming en instandhoudingsmaatregelen volstaan niet om het voortbestaan van die soorten en habitats te garanderen, de bedreigingen moeten ook brongericht worden aangepakt.

Beoordeling van de soorten (boven) en habitats (onder) van de Habitatrichtlijn: aantal soorten en habitats met een gunstige, matig ongunstige, zeer ongunstige of onbekende staat van instandhouding (Vlaanderen, 2007)



11.2 Belangrijkste oorzaken van het verlies van biodiversiteit

Verlies en versnippering van leefgebieden en vermessing zijn belangrijkste oorzaken van het huidige verlies van biodiversiteit in Vlaanderen

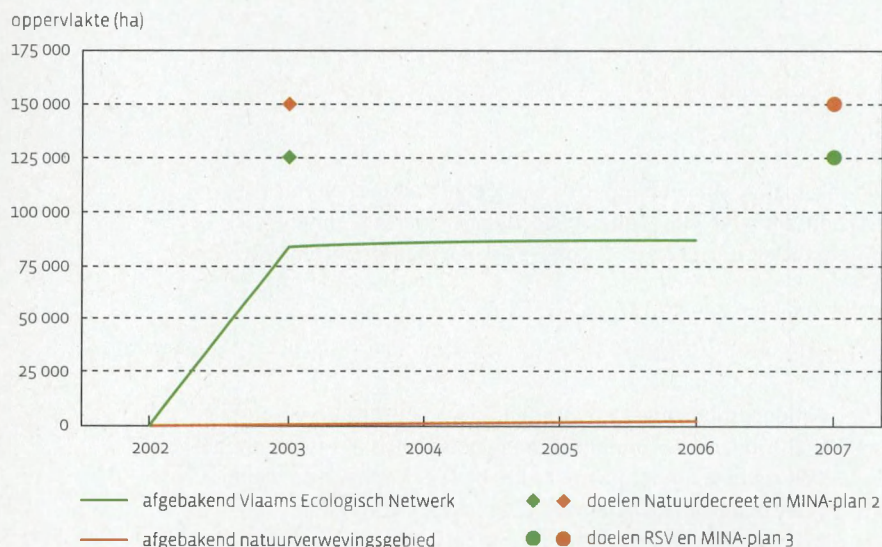
Het gevoerde beleid ten aanzien van versnippering van leefgebieden en vermessing levert resultaten, maar die zijn niet voldoende om de Vlaamse (MINA-plannen, Natuurdecreet, Ruimtelijk Structuurplan) en Europese doelen (Kaderrichtlijn Water) tijdig te halen.

Verlies en versnippering van leefgebieden gaat verder

Het Vlaamse landschap behoort tot de meest verstedelijkte van Europa en die verstedelijking blijft toenemen (European Environment Agency, 2006b). Tussen 1994 en 2006 nam de bebouwde oppervlakte in Vlaanderen met 39 800 ha toe (2,9 % van de Vlaamse landoppervlakte), vooral ten koste van de landbouw (<http://www.statbel.fgov.be>). De voorbije decennia evolueerde de Vlaamse landbouwoppervlakte tot de meest productieve, maar ook de meest natuurarme van Europa. Door de verstedelijking en de intensivering van de landbouw raken de leefgebieden van planten en dieren steeds meer geïsoleerd. Sommige soorten kunnen niet overleven indien hun leefgebieden te klein zijn (bv. roerdomp) of indien ze zich onvoldoende kunnen verplaatsen tussen de verschillende leefgebieden die ze tijdens hun levenscyclus nodig hebben (bv. fint). Doordat uitwisseling tussen populaties bemoeilijkt wordt, treedt bij sommige soorten genetische verarming op (bv. slanke sleutelbloem). De problematiek inzake ruimte voor natuur werd meer in detail behandeld in MIRA 2005. Ook op wereldschaal wordt verlies en versnippering van leefgebieden als belangrijkste oorzaak gezien van het verlies van biodiversiteit gedurende de voorbije eeuwen (Aguilar et al., 2006).

Om verstoring in te perken voorzien het Vlaamse ruimtelijke beleid en het natuurbeleid 125 000 ha (9,2 % van de Vlaamse landoppervlakte) Vlaams Ecologisch Netwerk, met daarnaast 150 000 ha natuurverwevings- en een onbepaalde oppervlakte natuurverbindingsgebieden. Het doel is om tot grotere en beter verbonden leefgebieden voor planten en dieren te komen. Meer dan drie jaar na het streefjaar in het Natuurdecreet en het MINA-plan 2 (2003) en enkele maanden voor het einde van het streefjaar in het MINA-plan 3 en het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen (2007) zijn 70 % van het Vlaams Ecologisch Netwerk en slechts 0,7 % van het natuurverwevingsgebied afgebakend. De afbakening loopt achter op schema en tussen 2003 en 2007 is er nauwelijks nog vooruitgang geboekt (figuur 11.1).

Figuur 11.1: Oppervlakte afgebakend Vlaams Ecologisch Netwerk en natuurverwevingsgebied (Vlaanderen, 2007)



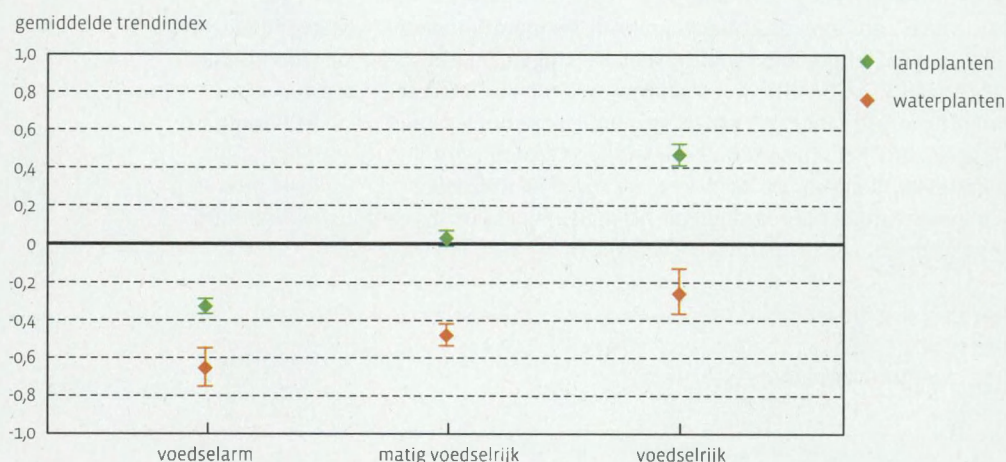
Bron: NARA 2007

Wereldwijde vermessing

Ook vermessing is een belangrijke oorzaak van het verlies van biodiversiteit in de twintigste eeuw (Tamis et al., 2005). De concentraties van stikstof en fosfor in oppervlaktewateren en de deposities van stikstof in het natuurlijke milieu in Vlaanderen behoren tot de hoogste van Europa (zie NARA 2007). Figuur 11.2 toont de gevolgen van die vermessing voor water- en landplanten. De trendindex is een maat voor de relatieve toename (positief) of afname (negatief) van het verspreidingsgebied van een soort. Water- en landplanten van voedselarme omstandigheden en waterplanten van matig voedselrijke omstandigheden gingen er significant op achteruit, terwijl alleen landplanten van voedselrijke omstandigheden het significant beter doen.

Op wereldschaal wordt voorzien dat de vermessingsdruk de volgende 50 jaar nog zal toenemen (Millenium Ecosystem Assessment, 2005), terwijl in Vlaanderen die toename dankzij de beleidsinspanningen stagneerde. Op dit ogenblik is op 8 % van de oppervlakte kwetsbare natuur de stikstofdepositie voldoende gedaald om geen bijkomende schade meer te berokkenen aan die natuur, op de overige 92 % wordt wel nog bijkomende schade veroorzaakt. In oppervlaktewateren is op dit ogenblik het aandeel van de meetpunten dat de door Europa gevraagde goede ecologische kwaliteit bereikt, gestegen tot 25 %. Verontrustend is dat zowel voor de stikstofdepositie als voor de waterkwaliteit de gunstige evolutie de laatste jaren weer afvlakte. De verbeterde waterkwaliteit leidt alvast tot herstel van de minder kwetsbare vis-, libellen- en watervogelpopulaties.

Figuur 11.2: Gemiddelde trendindex (+/- standaardfout) van water- en landplanten in functie van de voedselrijkdom die zij prefereren (Vlaanderen, 1939-1971 versus 1972-2004)



Bron: NARA 2007, Van Landuyt (2006)

11.3 Bijkomende bedreigingen voor de biodiversiteit

Bijkomende elementen die de biodiversiteit in Vlaanderen kunnen bedreigen, zijn klimaatverandering en invasies van uitheemse soorten. Die bedreigingen vinden plaats op een groter schaalniveau en zijn moeilijker beheersbaar dan de huidige verstoringen.

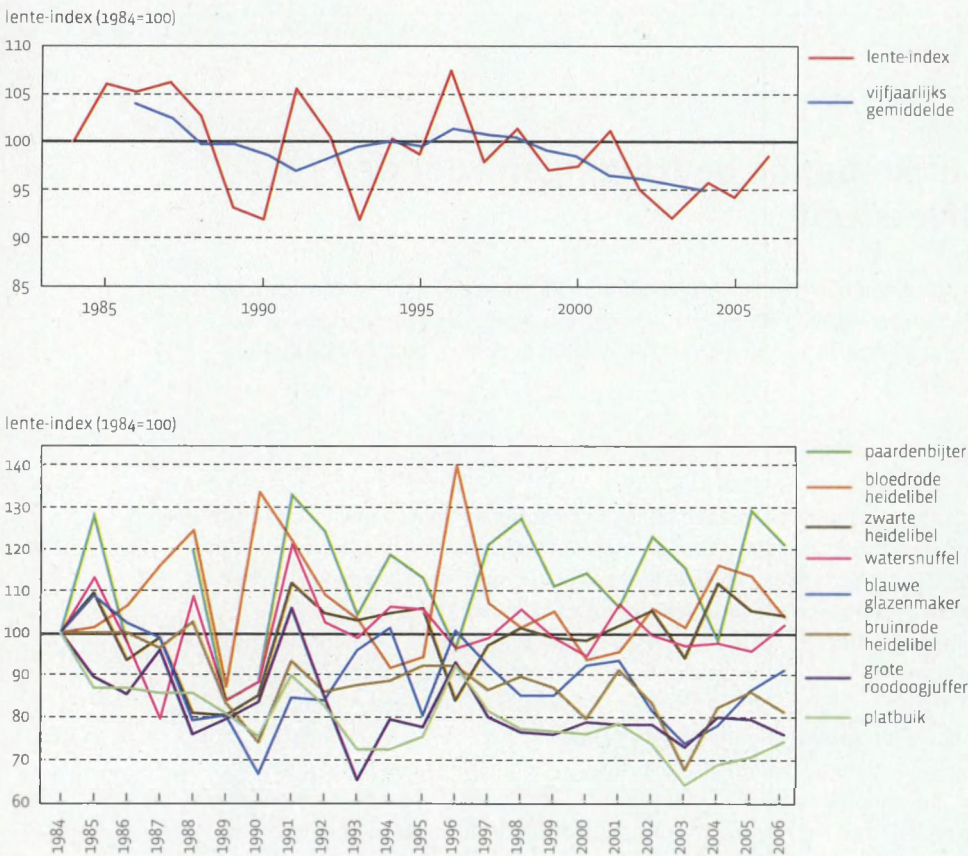
Gevolgen klimaatveranderingen al zichtbaar

NARA 2007 brengt nieuwe aanwijzingen voor de actuele impact van klimaatverandering op de natuur in Vlaanderen. Sommige soorten reageren positief op klimaatverandering. Zo is tijdens de voorbije 20 jaar de vliegperiode van vlinders en libellen gemiddeld met twee weken verlengd. Figuur 11.3 (boven) toont hoe de eerste waarneming van libellen systematisch vervroegt. Hoe meer de lente-index onder 100 zakt, hoe meer de waarnemingen vervroegen. Uit de tijdsreeksen van individuele soorten (figuur 11.3, onder) blijkt hoe sommige soorten vervroegen en andere niet. Hoe meer de eerste waarneming vervroegt en de laatste verlaat, hoe meer de vliegperiode verlengt. Bovendien werd vastgesteld dat hoe meer de vliegperiode verlengt, hoe meer die soorten zich uitbreiden. Wanneer soorten zich minder of niet aanpassen lopen ze het risico achteruit te gaan. Dat is bijvoorbeeld het geval voor de gewone pad, waarvan de vrouwtjes o.a. door onvoldoende winterslaap een minder goede conditie hebben en minder eieren leggen (Reading, 2007). Doordat sommige soorten zich meer en andere zich minder aanpassen dreigen bovendien wijzigingen in de voedselketen en verlies van ecologische samenhang. Zo mist de bonte

vliegenvanger zijn voornaamste voedselbron doordat de lente hier nu verder gevorderd is wanneer hij uit Afrika terugkomt.

Het IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) schat dat zelfs met een snelle transitie naar een 'lagekoolstofeconomie' de temperatuur wereldwijd gemiddeld met 1,5-2,5 °C boven het pre-industriële niveau zal stijgen. Daarbij dreigt op wereldschaal een verhoogd risico op uitsterven voor 20-30 % van de onderzochte soorten, alsook een significante verandering van de structuur en het functioneren van de natuur (IPCC, 2007). Ook het internationale beleid ten aanzien van klimaatverandering kan implicaties hebben voor de biodiversiteit, zowel in positieve zin (bv. nieuwe interesse voor beheeraval uit natuurgebieden) als in negatieve zin (bv. verhoogde ruimtedruk door de uitbreiding van energiegewassen).

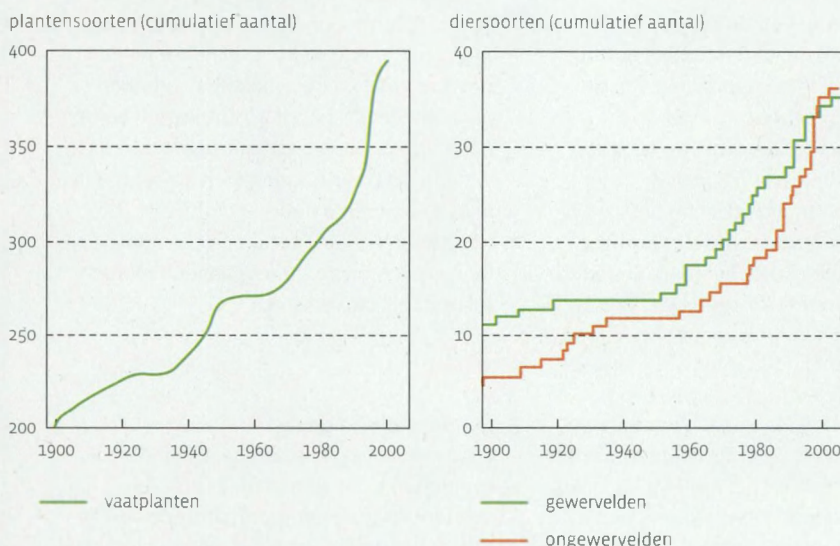
Figuur 11.3: Jaarlijkse evolutie eerste waarneming (lente-index) van libellen: geaggregeerde index voor alle soorten (boven) en trends voor enkele individuele soorten (onder) (Vlaanderen, 1984-2007)



Uitheemse soorten nemen toe

Door de toenemende mobiliteit van mensen en goederen worden – al dan niet bewust – steeds meer planten en dieren in- en uitgevoerd. De laatste vijf jaar nam het aantal uitheemse soorten in de natuur in Vlaanderen toe met meer dan 25 nieuwe soorten per jaar (figuur 11.4). Sommige uitheemse soorten breiden zich sterk uit (bv. Amerikaanse vogelkers) en kunnen inheemse soorten verdringen en leefgebieden veranderen (Henderson et al., 2006). De kosten van de bestrijding van die invasieve soorten kunnen hoog oplopen (zie NARA 2007). Het Vlaamse beleid ten aanzien van die invasieve soorten verloopt weinig gestructureerd.

Figuur 11.4: Aantal uitheemse soorten: cumulatief aantal soorten uitheemse vaatplanten (links) en gewervelde en ongewervelde dieren (rechts) (Vlaanderen, 1900-2006)



Bron: NARA 2007

Anticiperen op de bijkomende bedreigingen

De oorzaken van het huidige verlies van biodiversiteit zijn nog niet onder controle en bijkomende negatieve invloeden van klimaatverandering en van de instroom van uitheemse soorten blijken onafwendbaar. Zij vinden plaats op een groter schaal-niveau en zijn moeilijker beheersbaar dan de huidige verstoringen. Om in die omstandigheden de internationale doelen inzake natuur te halen (bv. 2010-doelstelling, Habitatrichtlijn) is het van belang de bronnen van de verschillende verstoringen nog grondiger aan te pakken (ruimtegebruik, emissies van vermestende stoffen en van broeikasgassen, in- en uitvoer van soorten). Bovendien is het belangrijk voldoende grote natuurgebieden zorgvuldig te beheren alsook daarbuiten een basisnatuurkwaliteit te garanderen. In die grote natuurgebieden krijgen natuurlijke processen ruimte, kunnen effecten van klimaatverandering worden opgevangen en zijn de

kansen voor het creëren van een natuurgerichte milieukwaliteit het grootst. Vooral overheden en natuurverenigingen zijn daarbij betrokken. De basisnatuurkwaliteit dient onder andere om, waar mogelijk, verschuivingen van populaties toe te laten wanneer leefgebieden ongeschikt worden door bijvoorbeeld klimaatverandering. De zorg voor de basisnatuurkwaliteit kan via diverse instrumenten uit het natuur- en bosbeleid (bv. bosbeheerplannen, beheerovereenkomsten met landbouwers, diverse acties binnen de samenwerkingsovereenkomst) worden gerealiseerd.

Instrumenten uit het natuur- en bosbeleid geëvalueerd

Voortgang

Het Vlaamse beleid zet voor de instandhouding van de biodiversiteit en het duurzame gebruik van de natuur een veelheid aan instrumenten in. Dat is van belang om de vele componenten van de biodiversiteit en de diverse actoren te kunnen betrekken. De inzet van veel instrumenten evolueert positief: de oppervlakte natuurgebied stijgt, het aantal beheerovereenkomsten met landbouwers neemt toe, private bosbeheerders besteden, gestimuleerd door de bosgroepen, steeds meer aandacht aan de ecologische functie van hun bos en via de samenwerkingsovereenkomst en de regionale landschappen stijgt het aantal lokale initiatieven inzake natuur. Voor sommige instrumenten worden oppervlakte-doelen uit het MINA-plan 3 wel (bv. beheerovereenkomsten voor kleine landschapselementen) en voor andere niet (bv. oppervlakte met effectief natuurbeheer, beheerovereenkomsten botanisch beheer) tijdig bereikt. Hoewel er steeds meer natuurreservaten erkend worden, is er een afname van de gesubsidieerde aankoop van terreinen. Dat draagt bij aan het niet tijdig halen van de doelstelling inzake 'oppervlakte met effectief natuurbeheer'. De openstelling van erkende natuurreservaten is sinds 2000 met 70 % toegenomen.

Participatie

Dankzij deze instrumenten verhoogt de participatie in het stoppen van het verlies van

biodiversiteit en het streven naar een duurzaam gebruik van de natuur. Overheden en natuurverenigingen leggen zich vooral toe op natuurgebieden, waar getracht wordt optimale omstandigheden te creëren voor de meest bedreigde soorten. Landbouwers, bosbeheerders, jagers, lokale overheden en regionale landschappen richten zich eerder op de natuur buiten de natuurgebieden. De waterbeheerders houden zich bezig met de watergebonden natuur. Die diverse benaderingen zijn veelal complementair en kunnen, indien ze samenhangend worden ingezet, elkaar versterken.

Doelen

De effecten van de verschillende instrumenten op natuur zijn moeilijker te evalueren. Voor geen van de ingezette instrumenten zijn immers natuurdoelen op schaal Vlaanderen geëxpliciteerd, niet naar inhoud of locatie, noch naar timing. Voor de recreatieve en economische doelen van natuur- en bosgebieden geldt dezelfde vaststelling. De natuurrichtplannen kunnen een sleutelrol vervullen, maar de vooruitgang daarvan blijft beperkt. Bij de invulling van de instrumenten overheerst momenteel een bottom-upbenadering. Vlaamse natuurdoelen kunnen alleen worden afgeleid uit de doelen geformuleerd in lokale beheerplannen. Zo streven de beheerplannen van 70 % van de oppervlakte erkend natuurreservaat gezamenlijk naar 37 % halfnatuurlijk grasland, 24 % bos, 15 % moeras, 11 % heide en vennen en 8 % mozaïekland

schap. Met de instandhoudingsdoelstellingen zullen voor het eerst *natuurdoelen* op Vlaams niveau geconcretiseerd worden. Die zullen de diverse actoren in en om de Vogel- en Habitatrichtlijngebieden alvast een eerste houvast bieden.

Doelbereiking

Om het natuur- en bosbeleid te kunnen optimaliseren voorziet de beleidsnota Leefmilieu en Natuur 2004-2009 een objectieve evaluatie van de instrumenten. De beleidsnota stelt dat daartoe kan worden aangesloten op onder andere het Natuurrapport. Een dergelijke evaluatie dient zowel de efficiëntie, de effectiviteit als de billijkheid in beschouwing te nemen. De analyse van de beschikbaarheid van gegevens leverde knelpunten inzake (1) inzicht in de relatie tussen de begrotingsuitgaven en de toepassing van de instrumenten

(evaluatie van de efficiëntie), (2) de nog onvolledige digitale databeschikbaarheid inzake de inzet van de beleidsinstrumenten, (3) het gebrek aan stroomlijning en de ontoreikendheid van de monitoring van effecten van de diverse instrumenten en (4) de afwezigheid van gegevens inzake billijkheid. Daardoor beperkte de evaluatie van de instrumentenmix in het Natuurrapport 2007 zich noodgedwongen tot een evaluatie van het bereiken van *natuurstreefbeelden* in 1 660 ha voldoende gedocumenteerd erkend natuurreserveaat. Die waren tegen eind 2006 voor 88 % van de oppervlakte gerealiseerd (zie figuur). Ook op internationaal niveau stelt zich de problematiek dat de effectiviteit van natuurbehoudsinstrumenten veel minder gedocumenteerd is dan de effectiviteit van andere beleidsinstrumenten. Daardoor worden natuurbehoudsinstrumenten gemakkelijk vatbaar voor kritiek en missen ze kansen voor optimalisatie.

Doelbereiking natuurstreefbeeld in 1 660 ha erkende natuurreserveaten op het tijdstip van erkenning (t0), na drie jaar erkenning (t3) en natuurstreefbeeld (tn)

(Vlaanderen, 2007)



Bron: NARA 2007

Meer informatie over Milieu & natuur en over het Natuurrapport op www.nara.be en www.natuurindicatoren.be.

Referenties

Aguilar R. et al. (2006) Plant reproductive susceptibility to habitat fragmentation: review and synthesis through a meta-analysis, *Ecology Letters* 9(8), 968-980.

Dumortier M. et al. (2007) Natuurrapport 2007. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededeling van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2007.3, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

European Commission (2006) Communication from the Commission. Halting the loss of biodiversity by 2010 - and beyond. Sustaining ecosystem services for human well-being, COM (2006) 216 final, European Commission, Brussels.

European Council (2001) Presidency conclusions Göteborg European Council, 15 and 16 June 2001, SN 200/1/01, European Commission, Brussels.

European Environment Agency (2006a) Progress towards halting the loss of biodiversity by 2010, EEA Report N° 5/2006, European Environment Agency, Copenhagen.

European Environment Agency (2006b) Land accounts for Europe 1990-2000. Towards integrated land and ecosystem accounting, EEA Report N° 11/2006, European Environment Agency, Copenhagen.

Henderson S. et al. (2006) Progress in invasive plants research, *Progress in Physical Geography* 30(1), 25-46.

Intergovernmental Panel on Climate Change (2007), Working Group II Report "Impact, Adaptation and Vulnerability".

Millenium Ecosystem Assessment (2005) Ecosystems and human well-being: Synthesis, Island Press, Washington D.C.

Reading C.J. (2007) Linking global warming to amphibian declines through its effects on female body condition and survivorship, *Oecologia* 151(1), 125-131.

Tamis W.L.M. et al. (2005) Ecological interpretation of changes in the Dutch flora in the 20th century, *Biological Conservation*, 125, 211-224.

Lectoren

Egbert Asselman, VLM

Leen Bas, Geertrui Cazaux, Boris Tacquenier, Afdeling Monitoring en Studie, Departement LV

Rik David, Departement Verpleegkunde en Biotechnologie, Katholieke Hogeschool Zuid-West-Vlaanderen

Walter Galle, ANB

Bea Kayaerts, Minaraad

Guy Maes, Departement PIH, Hogeschool West-Vlaanderen

Trui Maes, CDO, UGent

Axel Verachtert, Afdeling Milieu-, Natuur- en Energiebeleid, Departement LNE

Isabelle Vermander, VCM

Bijlagen

Afbakening sectoren

Begrippen

Afkortingen

Scheikundige symbolen

Eenheden

Voorvoegsels eenheden

Afspraken cijferweergave

Index



Afbakening van de sectoren in MIRA-T 2007

Onderstaande tabel toont de afbakening van de sectoren en de verdere indeling in deelsectoren zoals gebruikt in MIRA. Deze indeling is gebaseerd op NACE-BEL-codes.

Afbakening van de sectoren in MIRA-T 2007

nr.	sector	deelsectoren	NACE-BEL code
1	huishoudens		
2	industrie	chemie	24
		metaal (ijzer en staal, non-ferro)	27 t.e.m. 35
		voeding	15, 16
		textiel	17, 18, 19
		papier	21, 22
		andere industrieën (bv. metaalertsen en delfstoffen, hout, bouw, afvalrecuperatie)	13, 14, 20, 25, 26, 36, 37, 41, 45
3	energie	elektriciteitsbedrijven	40.1, 40.3
		petroleumraffinaderijen	23.2
		gasbedrijven	40.2, 60.3
		overige energiebedrijven	10, 11, 12, 23.1, 23.3
4	landbouw	akkerbouw, tuinbouw, veeteelt, jacht	01
		bosbouw	02
		visserij en visteelt	05
5	transport*		
6	handel & diensten	handel	50 t.e.m. 52
		hotels en restaurants	55
		kantoren en administratie	60.1, 60.2, 61 t.e.m. 67, 70 t.e.m. 75, 99
		onderwijs	80
		gezondheidszorg en maatschappelijke dienstverlening	85
		gemeenschapsvoorzieningen, sociaal- culturele en persoonlijke diensten (incl. RWZI's en afvalverwerking)	90 t.e.m. 93

* omvat ook alle verplaatsingen met privé-voertuigen

Begrippen

Acaricide: bestrijdingsmiddel tegen mijten zoals spint en teken.

Actieve stof: actief bestanddeel in een bestrijdingsmiddel. Een bestrijdingsmiddel zoals aangeboden in de handel kan verschillende actieve stoffen bevatten.

Andere brandstof: voornamelijk restbrandstof in de chemische sector (o.a. krakerfracties) en het niet-hernieuwbare deel van afval dat bestemd is voor afvalverbranding.

Armatuur: omlijsting van een lamp, draagconstructie van een lamp.

A-weging: aanpassing door weging van een gemeten geluid aan de frequentieafhankelijke gevoeligheid van het menselijke oor.

BAATNEC-evaluatie: evaluatie van de best beschikbare technieken die geen overmatig hoge kosten met zich brengen.

Belgocontrol: autonoom overheidsbedrijf belast met luchtverkeersleiding en diensten voor de burgerluchtvaart in België en Luxemburg.

Berging radioactief afval: langetermijnbeheer door isolatie van het radioactieve afval van mens en milieu zodat er geen actieve tussenkomst van toekomstige generaties meer nodig is.

Beschrijvend bodemonderzoek (BBO): bodemonderzoek waarin de ernst van de bodemverontreiniging wordt vastgesteld. Het onderzoek beschrijft de aard, de hoeveelheid, de concentratie en de oorsprong van de verontreinigende stoffen of organismen, de mogelijke verspreiding daarvan, het gevaar op blootstelling voor mensen, planten, dieren en grond- en oppervlaktewater, en een prognose van de spontane evolutie van de verontreinigde bodem.

Best beschikbare technieken (BBT): verzameling van technische maatregelen die bedrijven in staat stellen om het meest doeltreffend te werken op vlak van bescherming van mens en milieu. De maatregelen dienen voorhanden te zijn (dus niet experimenteel) en de kosten ervan moeten in verhouding staan tot het resultaat en draagbaar zijn voor de betrokken bedrijfstak.

Biochemisch zuurstofverbruik: hoeveelheid zuurstof per liter verontreinigd water die micro-organismen nodig hebben om de afbreekbare organische stoffen af te breken (biochemische reactie). Standaard wordt de bepaling uitgevoerd bij 20°C gedurende 5 dagen.

Biomassa (energie): biologisch afbreekbare fractie van producten, afvalstoffen en residuen van de landbouw (met inbegrip van plantaardige en dierlijke stoffen), de bosbouw en aanverwante bedrijfstakken, alsmede de biologisch afbreekbare fractie van industrieel en huishoudelijk afval.

Biomarker: meting in het menselijke lichaam of ander biologisch medium, die een beeld geeft van ofwel de blootstelling aan polluenten (inwendige dosissen van polluenten of hun metaboliëten) ofwel vroegtijdige biologische effecten (biomarker van effect).

Biomonitoring (mens): om blootstelling en effecten van toxische stoffen bij de bevolking in te schatten, wordt onder meer biologische monitoring toegepast, waarbij de vaststelling van het geïntegreerde blootstellingsniveau berust op metingen van de inwendige dosis van een stof in bloed, urine of andere biologische media. Om de inwendige blootstelling te koppelen aan vroegtijdige omkeerbare effecten kunnen bovendien biomerkers van effect gemeten worden.

Blootstellingsbiomarker: geeft weer welke gehalten aan specifieke vervuulende stoffen in de mens worden teruggevonden.

Blootstellingsroute: route waarlangs de mens of het ecosysteem in contact komt met verontreiniging of verontreinigende stoffen.

Bodemsaneringsproject (BSP): studie waarin wordt vastgelegd op welke wijze de bodemsanering zal worden uitgevoerd. Daarbij wordt rekening gehouden met de best beschikbare technische oplossingen die met succes in de praktijk zijn toegepast en waarvan de kostprijs niet onredelijk is in verhouding tot het te bereiken resultaat op het vlak van bescherming van de mens en het milieu, en onafhankelijk van de financiële draagkracht van diegene op wie de saneringsverplichting rust.

Bodemsaneringswerken (BSW): werken ter uitvoering van een bodemsaneringsproject.

Boogseconde: hoekmaat, corresponderend met $\frac{1}{3} 600$ van een graad. Een volle cirkel (360°) telt dus 1 296 000 boogseconden.

Bruto binnenlands energiegebruik (BBE): totaal primair energiegebruik van een land of regio verminderd met de energie die gebruikt wordt voor de internationale scheepvaart- en luchtvaartbunkers. Het is ook de som van het energiegebruik door alle eindgebruikers enerzijds en de energieverliezen (o.a. door transformatie) en het eigen energiegebruik door de energiesector anderzijds.

Bruto binnenlands product (BBP): indicator om de economische welvaart van een regio of land aan te duiden; het is de som van de bruto toegevoegde waarde (tegen basisprijzen) die wordt geproduceerd in die regio of dat land gedurende een jaar, vermeerderd met productgebonden belastingen minus productgebonden subsidies.

Bruto-elektriciteitsgebruik: totaal eindgebruik van elektriciteit + netverliezen + transformatieverliezen bij omzetting van primaire energievormen naar elektriciteit.

Chemisch zuurstofverbruik: hoeveelheid zuurstof die per liter verontreinigd water nodig is om de organische stoffen volledig af te breken (via oxidatie, een chemische reactie).

CO₂-equivalent (CO₂-eq): meeteenheid gebruikt om het opwarmende vermogen ('global warming potential') van broeikasgassen weer te geven. CO₂ is het referentiegas waartegen andere broeikasgassen gemeten worden. Bv. omdat bij eenzelfde massa gas het opwarmende vermogen van CH₄ 21 keer hoger is dan dat van CO₂, stemt 1 ton CH₄ overeen met 21 ton CO₂-equivalenten.

Co-existentie van GGO's in de landbouw: omvat het probleem en de mogelijke oplossingen voor het samengaan van een transgene landbouw en een GGO-vrije landbouw. Tussen beide landbouwsystemen kan een ongewenste uitwisseling van genen optreden, die de zuiverheid en de marktpositie kan aantasten.

Compartiment: plaats waar milieugevaarlijke stoffen kunnen terechtkomen, bv. bodem, lucht, water ...

Conditioneren: elke mogelijke voorbehandeling (met inbegrip van tijdelijke externe opslag, verkleinen, compacteren of sorteren) voordat bedrijfsafvalstoffen gerecupereerd, verbrand of gestort worden. Bij radioactief afval bestaat de behandeling uit het vastleggen van de verontreiniging in een matrix die verspreiding van het materiaal of straling tegengaat, dat voorafgaand aan de tijdelijke opslag of definitieve berging.

Containerveld: landbouwareaal dat gebruikt wordt om planten te telen in containers (potten).

Decibel (dB): eenheid van de logaritmische schaal die gebruikt wordt voor het weergeven van de sterkte van een geluid, het geluidsniveau.

Depositie: hoeveelheid van een stof of een groep van stoffen die uit de atmosfeer neerkomen in een gebied, uitgedrukt als een hoeveelheid per oppervlakte-eenheid en per tijdseenheid (bv. 10 kg SO₂/ha.j).

Deterministisch effect: gezondheidseffect dat zich pas manifesteert wanneer een bepaalde drempeldosis wordt overschreden. De ernst van het gezondheidseffect neemt toe met de dosis.

Diffuse bron: niet-gelokaliseerde bron van verontreiniging meestal sterk, homogeen ruimtelijk verspreid.

Diffuse verontreiniging: verontreiniging afkomstig uit niet-gelokaliseerde bronnen, meestal sterk, homogeen ruimtelijk verspreid door transport via lucht en water.

Dosistempo: dosis per eenheid van tijd.

Eco-efficiëntie: vergelijking van de milieudruk die een sector/regio teweegbrengt (emissies, brongebruik) met een activiteitenindicator van die sector/regio (productie, volume, bruto toegevoegde waarde ...). Een winst in eco-efficiëntie leidt slechts tot winst voor het milieu wanneer de druk ook in absolute cijfers daalt.

Effectbiomarker: maat voor de gezondheidseffecten die bij de mens worden waargenomen.

Effectieve dosis: maat voor de gezondheidseffecten te wijten aan ioniserende straling beneden de drempelwaarden voor deterministische effecten. Eenheid van effectieve dosis is de sievert (Sv). Een vaak gebruikt voorvoegsel is milli (mSv of een duizendste van een sievert).

Effluent: geloosd afvalwater (bv. van RWZI).

Emissie: uitstoot of lozing van stoffen, golven of andere verschijnselen door bronnen, meestal uitgedrukt als een hoeveelheid per tijdseenheid.

Energie-intensiteit: hoeveelheid energie gebruikt per fysische of economische eenheid van activiteit. Op niveau van een land of regio wordt als eenheid van activiteit het bruto binnenlands product (BBP) tegen constante prijzen gehanteerd.

Ernstige hinder: mate van hinder die door de gemiddelde bevroagde uitgedrukt wordt als een score hoger dan 72 % op een continue hinderschaal. Of, bij het

Schriftelijk Leefomgevingsonderzoek (SLO), door het aanduiden van het label 'ernstige hinder' of 'extreme hinder'.

Erosiegevoeligheid van het landgebruik (gewaserosiegevoeligheid): relatieve maat voor de erosiegevoeligheid van een bepaald type gewas of landgebruik waarbij een waarde van 0 aangeeft dat er bij dat landgebruik geen bodemerosie door water kan optreden en een waarde 1 aangeeft dat bij dat landgebruik bodemerosie door water maximaal is, d.w.z. even intens als bij een volledig onbedekte (onbeschermde) bodem.

Euro x: term die ontstaan is begin jaren 90 om aan te geven om welke milieugerelateerde voertuigengeneratie het gaat. Een Euro 3-voertuig is recenter dan een Euro 1 en voldoet aan strengere Europese emissielimieten.

Eurocontrol: Europese organisatie voor de veiligheid van het luchtverkeer.

Externe milieukost: zie Milieuschadekost.

Faseplan: plan dat op een onderbouwde manier omgaat met de veelheid en complexiteit van de beschikbare biomonitoringsdata en daarbij tracht de gevonden signalen te evalueren, de oorzaken op te sporen en indien nodig beleidsvoorstellen te doen.

Fossiele brandstof: steenkool, aardolie, aardgas en hun afgeleide producten.

Freatisch grondwater: bovenste deel van de grondwaterlaag, net onder de grondwaterspiegel in een relatief goed doorlatende laag en boven een eerste slecht doorlatende of ondoorlatende laag; onderhevig aan seizoensgebonden schommelingen en gevoelig voor verontreiniging.

Fungicide: bestrijdingsmiddel tegen schimmels.

Fysiologische verblinding: verblinding waarbij een lichtbron door zijn storend licht de waarneming vermindert bv. te weinig contrast voor een goede waarneming door achtergrondlicht van een storende lichtbron.

Gas (energiegebruik): aard- en mijn gas, cokesovengas en hoogovengas.

Geluidsdruk niveau: niveau van de geluidsdruk uitgedrukt in decibel (dB); de geluidsdruk is de kleine overdruk in de lucht veroorzaakt door het voorbijkomen van een geluidsgolf en wordt onder andere waargenomen door het menselijke oor.

Genetisch gemodificeerd organisme: organisme waarin het genetische materiaal is veranderd op een wijze die van nature niet mogelijk is. Daarbij wordt een extra eigenschap toegevoegd of worden bestaande eigenschappen gewijzigd.

Geureenheid: bepaalde hoeveelheid van een gasvormige stof of een mengsel van gasvormige stoffen verdeeld over 1 m³ lucht, die door de helft van een panel van waarnemers wordt onderscheiden van geurvrije lucht.

Gevaarlijk afval: afvalstoffen die overeenkomstig VLAREA minstens aan een van volgende eigenschappen voldoen: ontplofbaar, oxiderend, (licht) ontvlambaar, irriterend, schadelijk, giftig, kankerverwekkend, corrosief, infectueus, mutageen en/of ecotoxisch. Ze moeten in speciale inrichtingen verwerkt worden.

Gewogen verkeersdichtheid: wordt berekend op basis van continue telposten en gewogen met de lengte van het wegsegment waarvoor de telling representatief is

(GLCR-methode of globaal met constant wegnen en met representatieve lengtes per reisinwegen), voor gemeentewegen wordt een schatting gemaakt op basis van brandstoffengebruik.

Groene stroom: elektriciteit opgewekt door gebruik te maken van hernieuwbare energiebronnen.

Groenestroomcertificaat: certificaat dat aantoont dat netto 1 000 kWh elektriciteit werd opgewekt uit een hernieuwbare energiebron.

Grondeninformatieregister: register dat de gegevens van gronden bevat die in het kader van het Bodemdecreet aan OVAM bezorgd worden.

Grondwaterstand: afstand tussen het maaiveld en het waterpeil in een peilput.

Halveringstijd: tijd waarop de activiteit van een radionuclide met de helft vermindert. De halveringstijd is karakteristiek voor een radionuclide.

Hemelgloed: verhoogde helderheid van de hemel boven het natuurlijke achtergrond-niveau te wijten aan kunstlicht.

Hernieuwbare energiebron: energiebron waarvan de gemiddelde jaarlijkse energie-output voor onbepaalde tijd kan worden gehandhaafd: windenergie, zonne-energie, aardwarmte, golfenergie, getijdenenergie, waterkracht, biomassa, stortgas, rioolwaterzuiveringsgas en biogas.

Humane biomonitoring: monitoring waarbij de aanwezigheid van schadelijke stoffen in de mens wordt gemeten aan de hand van biomerkers van blootstelling en effect. Deze kunnen gemeten worden in verschillende humane matrices zoals bloed, urine, moedermelk en vetweefsel.

International Civil Aviation Organization (ICAO): organisatie die wereldwijd verantwoordelijk is voor de planning, implementatie en coördinatie van de burgerluchtvaart. Ze ontwikkelt ook nieuwe emissiestandaarden.

Invasieve soort: uitheemse soort die ver buiten de oorspronkelijke plaats van introductie doordringt in (half)natuurlijke milieus, al dan niet met ecologische en/of economische schade tot gevolg.

Ioniserende straling: straling die in de materie ionisatie veroorzaakt. Voorbeelden van ioniserende straling zijn alfa-, beta-, gamma- en röntgenstraling en neutronen.

Isotopen: atomen van hetzelfde chemische element (gelijk aantal protonen) maar met verschillende aantallen neutronen in de kern.

Kadastrale werkzone: kadastraal perceel of gedeelte daarvan of meerdere kadastrale percelen met gelijkaardige milieukennissen waarop eenzelfde project wordt uitgevoerd.

Keerkribben: structuren die van een van beide oevers uitspringen zonder de gehele breedte van de beek te overbruggen en als doel hebben veranderingen in stroompatronen op te wekken.

Koolstofintensiteit: hoeveelheid CO₂ uitgestoten ten gevolge van energiegebruik en de andere energiegeëerde CO₂-emissies (procesemissies in de chemie en emissies ten gevolge van het niet-energetisch verbruik van brandstoffen in andere sectoren) per eenheid van bruto binnenlands product tegen constante prijzen.

Kyotoprotocol: overeenkomst tussen de partijen van het Klimaatverdrag, waarin per partij (land) een emissiereductiedoelstelling voor broeikasgassen wordt opgelegd.

L_{Aden}: L_{Aeq} gepenaliseerd met 10 dB voor de nachturen en 5 dB voor de avonduren komt tegemoet aan de behoefte aan rust tijdens de avond en de nacht.

L_{Aeq}: A-gewogen equivalent geluidsdrukniveau, energetisch gemiddeld niveau dat rekening houdt met frequentieafhankelijkheid van de gevoeligheid van het menselijk oor.

L_{Aeq, 24uur}: L_{Aeq} over het volledige etmaal, 24 uur.

Landing and take-offcyclus (LTO-cyclus): omvat de vliegtuigactiviteiten die onder een hoogte van 3000 voet plaatsgrijpen. Dat zijn taxiën voor het vertrek, opstijgen, landen en taxiën bij aankomst.

Lichthinder: overlast die mens of natuur ondervinden van kunstlicht, hetzij in de vorm van regelrechte verblinding, hetzij als verstorende factor bij het verrichten van avondlijke en nachtelijke activiteiten, hetzij als bron van onbehagen.

Lichtvervuiling: verhoogde helderheid van de nachtelijke omgeving door kunstlicht.

Luminantie: verhouding van de lichtsterkte van een bron in een bepaalde richting tot het stralende oppervlak van deze bron in die richting. Luminantie is dus direct gerelateerd met de waargenomen helderheid (eenheid candela/m²).

Magnitude: astronomische maat voor de helderheid van een bepaalde lichtbron. Het is een logaritmische, negatieve schaal. Indien de magnitude van een object met een eenheid daalt, dan wordt dat voorwerp 2,5 maal helderder. De zon heeft een magnitude van -26,7 in de V-band, de maan heeft ongeveer een magnitude van -12,5, terwijl de helderste sterren ongeveer van de nulde magnitude zijn. Onder ideale omstandigheden (= geen lichtvervuiling) kan men 's nachts met het blote oog net sterren van de zesde magnitude zien.

Milieugevaarlijke stof: stof die in het milieu terechtkomt en schadelijk is voor zowel mens als milieu. De oorzaak van de aanwezigheid van deze stoffen in het milieu is te wijten aan de uitstoot van volgende sectoren: huishoudens, industrie, energie, landbouw, transport en handel & diensten.

Milieuschadepost (Externe milieukost): schadepost ten gevolge van ongewenste neveneffecten van maatschappelijke activiteiten op het milieu.

NACE-BEL: Belgische versie van de activiteitenencoding NACE Rev.1, die werd opgesteld door het Bureau voor de Statistiek van de Europese Gemeenschap (Eurostat). De NACE Rev.1 is een herziening van de NACE-1970 (Nomenclature générale des activités économiques dans les Communautés Européennes – Algemene systematische bedrijfsindeling in de Europese Gemeenschap).

NEM-richtlijn: Europese Richtlijn Nationale Emissiemaxima (2001, 2001/81/EG) met als doel de luchtmissies van verzurende, vermestende en ozonvormende stoffen te beperken. In die richtlijn worden aan de EU-15 lidstaten maximale emissieplafonds opgelegd voor de 4 gasvormige pollutanten SO₂, NO_x, NMVOS en NH₃. Die zijn strenger dan de emissiemaxima van het Göteborgprotocol.

Neutron: bouwsteen van de kern, vergelijkbaar met een proton maar zonder lading.

Niet-energetisch gebruik van energiedragers: verbruik van energiedragers als grondstof voor het aanmaken van andere producten (bv. aardgas voor kunstmestproductie) of verbruik voor niet-energetische doeleinden (bv. verbruik als smeermiddel).

Non-ferroindustrie: sector die non-ferrometalen produceert (bv. aluminium, koper) en halffabricaten (uit ertsen, primaire en/of secundaire grondstoffen).

Nucleaire energie: energie die vrijkomt bij splitsing van zware atoomkernen of fusie van lichte atoomkernen, wat gepaard gaat met de omzetting van een hoeveelheid massa in energie.

Nuleffectniveau (geurhinder): geurconcentratie waarbij geen hinder van de bron optreedt. Dit komt overeen met het hinderniveau van de controlegroep gelegen buiten de invloedssfeer van de bron.

Nutriënt: (planten)voedingsstof waaronder stikstof, fosfor en kalium.

Nuttige neerslag: deel van de neerslag dat infiltreert in de bodem en de grondwater-tafel bereikt.

Ontkoppeling: treedt op wanneer de groeisnelheid van een drukindicator lager is dan de groeisnelheid van een activiteitsindicator of een economische indicator (uitgedrukt in constante prijzen). De ontkoppeling is absoluut als de groei van de drukindicator nul of negatief is. De ontkoppeling is relatief als de groei van de drukindicator positief is, maar minder groot dan die van de activiteits- of economische indicator.

Opslag radioactief afval: opslag van radioactief afval in een installatie (bv. gebouw) met de bedoeling om het later te recupereren. Opslag is per definitie (in tegenstelling tot berging) een tijdelijke maatregel.

Oriënterend bodemonderzoek (OBO): bodemonderzoek dat antwoord geeft op de vraag of er ernstige aanwijzingen zijn voor de aanwezigheid van bodemverontreiniging op bepaalde gronden, houdt een beperkt historisch onderzoek en een beperkte monsterneming in.

Overstort: constructie op een riool of afvalwatercollector waardoor een deel van het debiet geëvacueerd kan worden naar oppervlaktewater wanneer de riool of de collector onder druk dreigt te komen staan (volledige vulling).

Persistente organische polluenten (POP's): verzamelnaam voor een uitgebreide groep van organische stoffen die zeer moeilijk afgebroken worden. Deze stoffen zijn schadelijk voor de gezondheid (bv. toxisch, hormoonverstorend, kankerverwekkend ...) en zijn meestal vetoplosbaar zodat ze zich opstapelen in het vetweefsel van levende wezens.

Persistente polluenten: polluenten die zich opstapelen in het leefmilieu en in de voedselketen. Ze zijn er moeilijk uit te verwijderen en worden daarom persistent genoemd.

Petroleumproduct: aardolie en intermediaire producten, raffinaderijgas, lpg, propaan, butaan, benzine, kerosine, gas- en dieselolie, lamppetroleum, zware stookolie, nafta, petroleumcokes en andere petroleumproducten.

PM₁₀: fractie van de stofdeeltjes met een aërodynamische diameter kleiner dan 10 µm.

Potentieel verzurende emissie: som van de emissies van zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak naar de lucht; het verzurende effect hangt af de neutralisatie door basen en de buffering in bodem en water.

Primair energiegebruik: hoeveelheid energie die een land of regio nodig heeft om gedurende de bestudeerde periode aan de vraag naar energie te kunnen voldoen. Het primaire energiegebruik is gelijk aan de som van de primaire energieproductie en de netto-invoer van energie.

Productie-index: conjunctuurindicator die de evolutie van de industriële productie registreert. De productie-index wordt samengesteld door het NIS aan de hand van maandelijks enquêtes over inputgegevens (inzet van arbeid, energie en grondstoffen) en outputgegevens (productiewaarde, waarde van leveringen, productie in hoeveelheid per product). De enquêtes zijn verplicht voor alle bedrijven met ten minste 10 werknemers of met een omzet van minstens 2,5 miljoen euro.

Radionuclide: instabiele nuclide (atoomkern) die spontaan ioniserende straling of deeltjes uitzendt, waarbij het element van massa en/of atoomnummer verandert. Er zijn natuurlijke en kunstmatige radionucliden.

Radon: radioactief edelgas uit de natuurlijke uraniumreeks.

Rationeel energiegebruik (REG): leveren van energiediensten (verlichting, drijfkracht ...) met een minimum aan energiegebruik en met de energievorm van de laagste kwaliteit die nog volstaat.

REACH-verordening: verordening die mens en milieu moet beschermen tegen het groeiende gebruik van (synthetische) chemicaliën door ze te gaan registreren, evalueren en autoriseren.

Reserve (energiegebruik): hoeveelheid niet-hernieuwbare energiebron die op dit ogenblik technologisch en economisch winbaar is.

Resuspensie: opnieuw in oplossing gaan of opnieuw in de lucht verdeeld worden van gesedimenteerde of neergeslagen deeltjes.

Risicogrond: grond waarop een inrichting gevestigd is of was of waarop een activiteit wordt of werd uitgeoefend, die opgenomen is in de lijst van inrichtingen en activiteiten die bodemverontreiniging kunnen veroorzaken. De lijst is als bijlage 1 bij het Vlarebo gevoegd.

Risicoperceptieonderzoek: onderzoek naar de wijze waarop mensen risico's (bv effecten van milieuvervuiling op de volksgezondheid) beleven en interpreteren, en naar de meningen over risico's.

Roll-on-roll-offschip (roro): scheepstype met een laadklep achteraan. Daardoor wordt het mogelijk rollende lading zoals auto's en vrachtwagens aan boord te nemen.

Scrubber: gaswasser, met name een uitlaatgasbehandelingsmethode voor de verwijdering van schadelijke pollutanten.

Sediment: door wind, water en/of ijs verplaatste en vervolgens afgezette korrels of deeltjes. Sediment in oppervlaktewater is materiaal dat door afstromend water wordt verplaatst, uit de waterkolom bezinkt en zo op de bodem een laag vormt (sedimentlaag).

Semi-aquatische soort: soort die zowel land als water nodig heeft tijdens zijn levenscyclus.

Seq (verspreidingsequivalent): maat voor de druk op het waterleven uitgeoefend door bestrijdingsmiddelen. Ze weegt het gebruikte volume op ecotoxiciteit en verblijftijd in het milieu.

Specifieke intensiteit (lichthinder): maat voor de helderheid van de hemel, vaak gebruikt door astronomen. Deze is uitgedrukt in schijnbare magnitudes per vierkante boogseconde.

Splijtstofcyclus: verschillende stadia die nodig zijn voor de productie van elektriciteit via kernenergie.

Standaard DAC-wegdek: wegdek (dicht asfalt beton) dat in de EU-norm voor bandengeluid gedefinieerd werd.

Stijghoogte: hoogte van het grondwater in een peilput in een afgesloten watervoerende laag.

Transgeen: resultaat dragend van een genetische modificatie.

Transuraan: chemisch element met een atoomnummer hoger dan dat van uranium (92).

Uitheemse soort (exoot): soort die buiten haar normale verspreidingsgebied voorkomt. Een exoot kan/kon de nieuwe locatie alleen bereiken omdat de mens hem al dan niet doelbewust (heeft) verplaatst over een anders onoverkomelijke biogeografische/ecologische barrière.

Vaste brandstof (energiegebruik): kolen, cokes en koolteer.

Vermesting: aanrijking van bodem, water (oppervlakte- en grondwater) met nutriënten (stikstof, fosfor en kalium) waardoor de ecologische processen en de natuurlijke kringlopen verstoord kunnen worden. Deze verstoringen kunnen aanleiding geven tot eutrofiëring van zoet en zout oppervlaktewater, verhoogde nitraatconcentraties in oppervlakte- en grondwater, achteruitgang van de biodiversiteit en kwalitatieve achteruitgang van voedingsgewassen, vervuiling drinkwater-voorraden.

Vermestingsequivalent (Meq): eenheid voor vermestende emissie, berekend als de som van de stikstofemissie in 10 000 kg en de fosforemissie in 1 000 kg.

Verzuring: gezamenlijke effecten en gevolgen van vooral zwavel- en stikstofverbindingen (zwaveldioxide, stikstofoxiden en ammoniak) die via de atmosfeer in het milieu worden gebracht.

Voorraad (energiegebruik): hoeveelheid niet-hernieuwbare energiebron waarvan geologen het bestaan weliswaar al hebben aangetoond, maar die nog niet technologisch en economisch winbaar is.

Warmtekrachtkoppeling (WKK): gelijktijdige omzetting van een energiestroom in kracht (mechanische energie) en warmte (thermische energie) met nuttige bestemming. Afhankelijk van het proces en de bestemming wordt de warmte op verschillende temperatuurniveaus geleverd. De kracht drijft doorgaans een generator voor elektriciteit aan of soms rechtstreeks een machine (pomp, compressor ...).

Zelfproducent (van elektriciteit): bedrijf dat naast haar hoofdactiviteit ook elektriciteit produceert voor eigen gebruik en eventuele verkoop aan anderen (meestal aan elektriciteitsproducenten en -leveranciers).

Zuurequivalent: eenheid om de verzuringsgraad van verontreinigende stoffen te meten. Deze eenheid staat toe om de verschillende verzurende stoffen met elkaar te vergelijken. Een zuurequivalent komt overeen met 32 gram zwaveldioxide, 46 gram stikstofdioxide of 17 gram ammoniak.

Afkortingen

8-DHG:	8-hydroxy-deoxyguanosine
AAGR:	average annual growth rate
AMS:	Afdeling Monitoring en Studie
AW:	achtergrondwaarde
AWV:	Administratie Wegen en Verkeer
B(a)P:	benzo(a)pyreen
BATNEEC:	best available technology not entailing excessive costs
BAU:	business as usual
BBE:	bruto binnenlands energiegebruik
BBO:	beschrijvend bodemonderzoek
BBP:	bruto binnenlands product
BBT:	best beschikbare techniek
BCP:	Belgisch continentaal plat
BRG:	bodemverlies door het rooien van gewassen
BSN:	bodemsaneringsnorm
BSP:	bodemsaneringsproject
BSW:	bodemsaneringswerken
BTEX:	benzeen, toluen, ethylbenzeen en xylene
BTW:	bruto toegevoegde waarde
BZV:	biochemisch zuurstofverbruik
CEA:	carcino-embryonaal antigen
CEM:	Commissie Evaluatie Milieu-uitvoeringsreglementering
CIE:	Commission Internationale de l'Eclairage
CMRs:	carcinogeen, mutageen of toxisch voor voortplanting (reproduction)
CZV:	chemisch zuurstofverbruik
DBB:	Decreet betreffende de Bodemsanering en de Bodembescherming
DBT:	duurzame bedrijventerreinen
DDT:	dichloordifenyiltrichloorethaan
DOV:	Databank Ondergrond Vlaanderen
EC:	Europese Commissie
ECHA:	Europees Chemisch Agentschap
EMAS:	eco-management and audit scheme

EMEP: Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe

EMMOSS: emissiemodel spoorverkeer en scheepvaart in Vlaanderen

EU: Europese Unie

EU-ETS: European Union – Emission Trading Scheme

EuP: energy using products

FANC: Federaal Agentschap voor Nucleaire Controle

FAVV: Federaal Agentschap voor de Veiligheid van de Voedselketen

FBFC: Franco-Belge de Fabrication de Combustibles

Febiac: Belgische federatie van de automobiel- en tweewielerindustrie

FLIES: Flanders Indoor Exposure Survey

FOD VVVL: Federale Overheidsdienst Volksgezondheid, Veiligheid van de Voedselketen en Leefmilieu

GBO: geurbelast oppervlak

GGO: genetisch gemodificeerd organisme

GPS: global positioning system

HCB: hexachloorbenzeen

HCOV: hydrogeologische codering van de ondergrond van Vlaanderen

HFK: fluorkoolwaterstof

HFO: heavy fuel oil

IAEA: International Atomic Energy Agency

IBA: individuele behandelingsinstallatie voor afvalwater

IBS: interbedrijfssamenwerking

ICRP: International Commission on Radiological Protection

IFR: instrument flight rules

ILVO: Instituut voor Landbouw- en Visserijonderzoek

IMO: International Maritime Organization

INBO: Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

ISA: intelligente snelheidsadaptatie

ITER: International Thermonuclear Experimental Reactor

JERTS: juridische, economische, ruimtelijke, technische en sociale invalshoeken bij duurzame ontplooiing van bedrijvenclusters

KWZI: kleinschalige waterzuiveringsinstallatie

LDAR: leak detection and repair

LMN: landbouwmonitoringsnetwerk

LNE: Departement Leefmilieu, Natuur en Energie
LPG: liquefied petroleum gas
LRTAP: Convention on Long Range Transboundary Air Pollution
LTO: landing and take-off cycle
LV: Departement Landbouw en Visserij
MARPOL: Marine Pollution
MDO: mariene dieselolie
MEEUP: methodology study eco-design of energy-using products
MIRA: Milieurapport
MMK: medisch milieukundige
MONA: Mols Overleg Nucleair Afval
MOW: Departement Mobiliteit en Openbare Werken
MTBE: methyl tertiair butyl ether
MVO: maatschappelijk verantwoord ondernemen
NARA: Natuurrapport
NEM: nationale emissiemaxima
NIRAS: Nationale Instelling voor Radioactief Afval en Verrijkte Splijtstoffen
NMVOS: niet-methaan vluchtige organische stoffen
OBO: oriënterend bodemonderzoek
OPEC: Organization of the Petroleum Exporting Countries
OVAM: Openbare Vlaamse Afvalstoffenmaatschappij
PAK: polyaromatische koolwaterstof
PALOFF: Partenariat Local Fleurus-Farciennes
PBT's: persistente, bioaccumulerende en toxische stoffen
PCB: polychloorbifenyyl
PER: tetrachlooretheen
PFK: perfluorkoolwaterstof
PM: particulate matter
POCP: photochemical ozone creation potential
POM: Provinciale Ontwikkelingsmaatschappij
POP's: persistente organische polluenten
PPO: puur plantaardige olie
PPP: people-planet-profit
PSA: prostaat specifiek antigeen

- PV:** fotovoltaïsche zonne-energie
- REACH:** Registratie, Evaluatie, Autorisatie en beperkingen van Chemische stoffen
- REG:** rationeel energiegebruik
- Roro:** roll-on-roll-off
- RWZI:** rioolwaterzuiveringsinstallatie
- SCK:** Studiecentrum voor Kernenergie
- SCR:** selectief katalytische reductie
- SECA:** Sulphur Emission Control Area
- SERV:** Sociaal-Economische Raad van Vlaanderen
- SLO:** schriftelijk leefomgevingsonderzoek
- STOLA:** Studie- en Overleggroep Laagactief Afval Dessel
- STORA:** Studie- en Overleggroep Radioactief Afval Dessel
- TAW:** tweede algemene waterpassing
- TDI:** toelaatbare dagelijkse inname
- TEF:** toxicologische equivalentiefactor
- TOVO:** Afdeling Toezicht Volksgezondheid
- TRP:** totaal rioleringsplan
- TVOS:** toxische vluchtige organische stoffen
- UA:** Universiteit Antwerpen
- UGent :** Universiteit Gent
- UNSCEAR:** United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation
- VCM:** Vlaams Coördinatiecentrum Mestverwerking
- VFR:** Visual Flight Rules
- VHBP:** Vlaams Humaan Biomonitoringprogramma
- VLAREM:** Vlaams reglement milieuvergunningen
- VMM:** Vlaamse Milieumaatschappij
- VMW:** Vlaamse Maatschappij voor Watervoorziening
- VOKA:** Vlaams netwerk van ondernemingen
- VOS:** vluchtige organische stoffen
- vPvB's:** zeer persistente en zeer bioaccumulerende stoffen
- WGO:** Wereldgezondheidsorganisatie
- WKK:** warmtekrachtkoppeling
- ZOA-C:** zeer open asfalt, in de volksmond fluisterasfalt
- ZS:** zwevende stoffen

Scheikundige symbolen

As: arseen

Cd: cadmium

CO: koolstofmonoxide

CO₂: koolstofdioxide

Cr: chroom

Cu: koper

Hg: kwik

N: stikstof

NH₄-N: ammoniumstikstof

Ni: nikkel

NO₂: nitriet

NO₃: nitraat

NO_x: stikstofoxiden, zowel stikstofmonoxide als stikstofdioxide

O₂: zuurstof

o-PO₄: orthofosfaat

P: fosfor

Pb: lood

PO₄: fosfaat

SO_x: zwaveloxiden

Zn: zink

Eenheden

dB(A): A-gewogen decibel

dB: decibel

GVE: grootvee-eenheid (waarbij een melkkoe = 1 GVE, een varken = 0,15 GVE)

IE: inwonerequivalent

J: joule

m³: kubieke meter

manSv: manSievert, eenheid voor een collectief ontvangen dosis ioniserende straling

Meq: vermestingsequivalent

OU_E: Europese geureenheden

Seq: verspreidingsequivalent

Sv: sievert, eenheid voor de effectieve dosis ioniserende straling

TEU: twenty foot equivalent unit, eenheid die overeenkomt met een container van twintig voet

TEQ: toxicologisch equivalent

ton: 1 000 kg

voet: 0,3048 meter

W_e: Watt-elektrisch

Wh: Watt-uur (1Wh = 3 600 J)

Zeq: zuurequivalent

Voorvoegsels eenheden

10^1	= da	(deca)	10^{-1}	= d	(deci)
10^2	= h	(hecto)	10^{-2}	= c	(centi)
10^3	= k	(kilo)	10^{-3}	= m	(milli)
10^6	= M	(mega)	10^{-6}	= μ	(micro)
10^9	= G	(giga)	10^{-9}	= n	(nano)
10^{12}	= T	(tera)	10^{-12}	= p	(pico)
10^{15}	= P	(peta)	10^{-15}	= f	(femto)

Afspraken cijferweergave

Europese decimale code: ,

Symbolen gebruikt in tabellen:

- = niet van toepassing
- .. = gegevens niet beschikbaar
- = nihil (onbestaande)
- 0 = minder dan 0,5 van de bestaande eenheid
- 0,0 = minder dan 0,05 van de bestaande eenheid
- * = voorlopig gegeven

Index

A

Aardgas 20, 21, 26-33, 35, 42, 44, 66, 69, 71-74, 161

Afdichting 216-218, 232-236, 249

B

BBT 122

Bebouwing 150, 155, 167, 169, 189, 190, 232-234

Bestrijdingsmiddel 66-71, 75-77, 90, 120, 131, 136, 137, 141, 143, 175, 186, 187

Binnenlucht 120-122, 125, 126

Biobrandstoffen 19, 23, 28, 161, 162

Biodiversiteit 201, 258-261, 263-268

Biologische landbouw 82, 84, 85

Biomonitoring 120-121, 134-137, 141-144

Bodemdecreet 217

Brownfield 216, 217, 222-227, 237

Buitengebied 190, 234

290

C

Chemie 26, 29, 30, 32, 40, 41, 44, 45, 47-49, 51, 52, 54, 57, 58, 144, 147, 178, 185, 197, 221

Co-existentie 66, 67, 82-84, 86-91

D

DDT 120, 135, 143

Diffuse bron 132, 175, 184

Dioxine 42, 47, 120, 124, 125, 132, 133, 136-139, 187

Drinkwater 121, 122, 131, 132, 140, 186, 194, 195, 203-205, 211, 212, 252

E

Eco-efficiëntie 40-45, 47-49, 51, 54-56, 66-68

Emissieregeling 102, 108, 110, 112-114

Energie 18-38, 40-44, 52-56, 65-74, 91, 92, 94, 95, 108, 110, 115, 116, 118, 121, 122, 124, 125, 144, 145, 147, 154, 155, 162, 166-168, 170, 172, 173, 177, 180, 201, 211, 212, 233, 238-243, 248, 254, 255, 266, 270

Energie-intensiteit 29, 31, 32

Erosie 66, 68, 69, 78, 81, 178-180, 184, 217

F

Fijn stof 68, 125

G

Geluidshinder 130, 147-149, 151, 162, 164, 165, 168-170
 Geurhinder 146, 147, 152, 154, 160-162, 170, 172
 Gezondheid 31, 32, 42, 75, 113, 118, 120, 121, 125, 129, 131-145, 147, 151, 173, 197, 205, 222, 237
 GGO 85, 90
 Glastuinbouw 26, 31, 32, 66, 69, 70, 72-77, 91, 204, 205
 Goederentransport 95, 116, 118
 Groene stroom 18, 19, 23, 24
 Grondverzet 196, 216, 217, 227, 228
 Grondwater 49, 70, 127, 128, 131, 176, 180, 192, 198-201, 203, 204, 206-213, 219, 254
 Grondwaterwinning 199, 211-213

H

Habitatrichtlijn 213, 258-262, 267, 269
 Heffing 113, 114, 177, 194, 195, 203, 204, 211
 Hemelgloed 155, 167, 171
 Hernieuwbare energie 18-20, 22, 23, 33, 66
 Hinder 89, 90, 118, 121, 130, 145-148, 151-155, 157, 160-162, 164-173, 197, 217, 222, 237, 250
 Hormoonverstorende stof 133, 187
 Huishoudens 18, 25, 26, 30-32, 36, 122, 123, 174, 176, 178, 180, 181, 184, 188, 190, 194, 199, 200, 233

I

Integraal Waterbeleid 213
 Invasieve soort 259, 267

K

Kaderrichtlijn Water 195, 199, 201, 205, 206, 213, 219, 263
 Kernenergie 22, 27, 238-240, 245, 248
 Kernuitstap 238, 254
 Klimaatverandering 19, 37, 41, 42, 54, 55, 166, 199, 200, 258, 259, 265-268
 Kostenterugrekening 188, 194, 195
 Kyotoprotocol 95, 112-114

L

Landbouw 26, 31, 32, 36, 66-79, 81-83, 85, 89-92, 122, 174, 178-182, 186, 192, 197, 199-201, 204, 205, 211, 212, 215, 235, 254, 258, 260, 262, 263, 268
 Lente-index 265, 266
 Lichthinder 146, 147, 154, 155, 166-168, 170, 171
 Luchtvaart 21, 26, 94, 96, 98, 100, 101, 110, 112-114, 116

M

Milieugevaarlijke stoffen 121, 122, 125, 127, 131, 132, 134, 135, 138-140, 184, 185
Milieuzorgsystemen 41, 56, 57, 59
MINA-plan 3 123, 150, 156, 184, 189, 205, 206, 259, 263, 268
Modale verschuiving 94, 111

N

NARA 197, 215, 259, 260-262, 264-267, 269
Neerslag 81, 178, 182, 184, 192, 199-202, 204, 210
NEM-richtlijn 95, 113
Nutriënt 70, 71, 174-176, 179-182, 188, 201

O

Overstort 192, 193

P

Participatie 142, 241, 249, 258, 268
PCBs 121, 129, 130, 132, 133, 135-139, 144, 187
Post-Kyoto 95

R

Radioactief afval 238-241, 244-249, 251, 253-256
Rationeel energiegebruik 21
REACH 121, 133, 134
Rijstijl 147, 165, 166
Risico 118, 121, 124, 129, 131, 133, 141, 145, 151, 173, 186, 197, 219, 220, 225, 229, 231, 237, 239, 242, 254, 261, 265, 266
Risicoperceptie 141
Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen 234, 263
Ruimtelijke ordening 147, 168-170, 222, 224, 234, 236
RWZI 175, 177, 178, 180, 182, 184, 188-192, 194

S

Sensibilisatie 120, 134, 143, 162, 179
Sokkel 198, 208, 211, 212
Stiltegebied 147, 164, 169, 171
Stralingsdosis 240, 242
Subsidie 23, 68, 116, 194, 195, 220, 223, 226, 268

T

Transport 18, 19, 21, 23, 26, 28, 29, 31, 32, 34-36, 69, 71, 78, 79, 81, 94, 95, 98, 102-112, 116-118, 122, 123, 125, 126, 147, 172, 188, 189, 194, 201, 233, 241, 251, 252

V

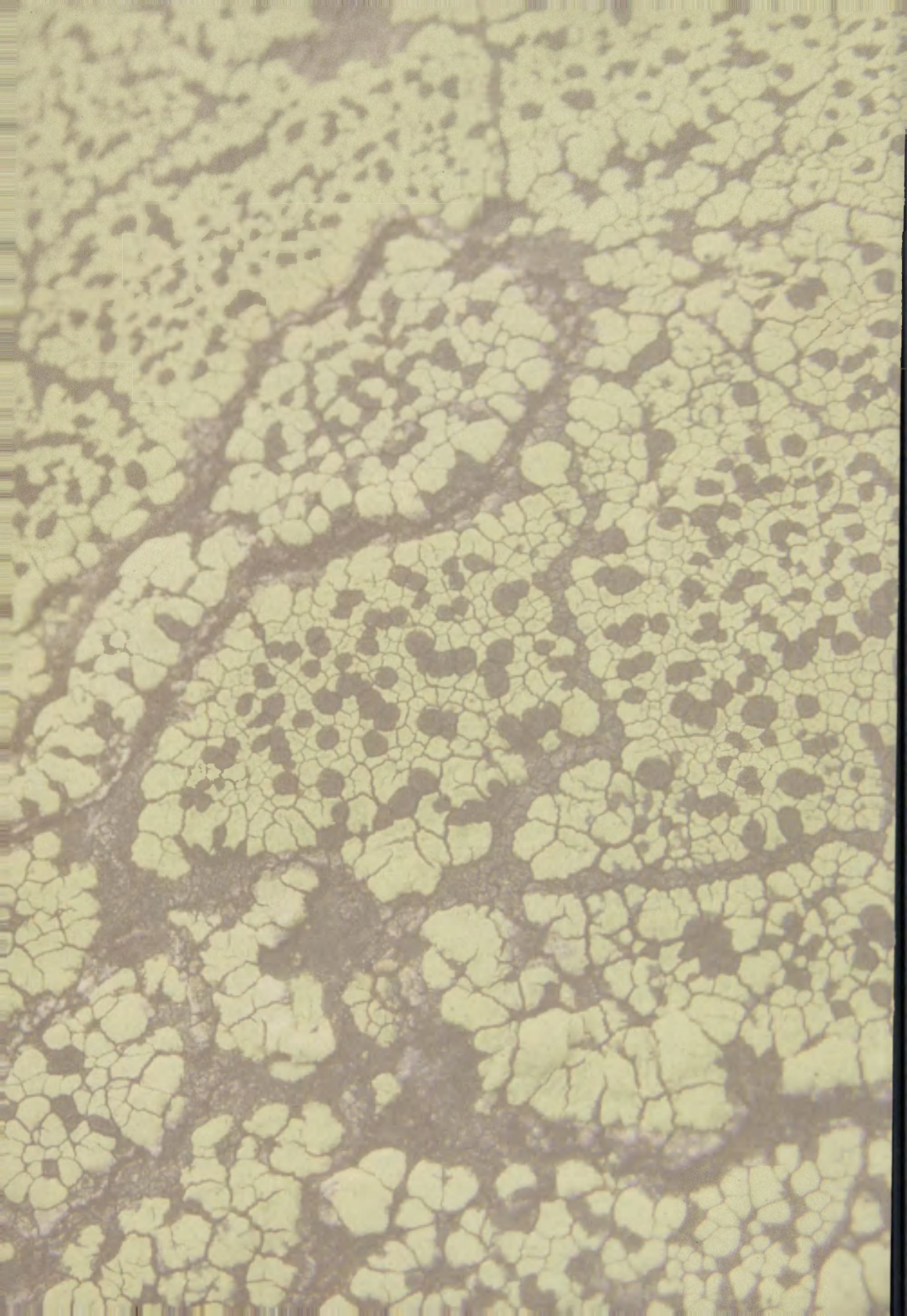
- Veeteelt 31, 32, 198, 204, 205
Vermesting 41, 42, 49, 50, 55, 258, 263, 264
Versnippering 155, 232, 258, 263
Vierde generatie kernreactor 238, 255
Vuilvracht 175, 177, 178, 180-182, 184, 192, 193

W

- Warmtekrachtkoppeling 18, 20, 27, 33, 73
Waterbeschikbaarheid 198-203
Waterbodem 175, 182, 184, 197, 219
Waterhuishouding 69, 198, 199, 214, 234
Wegverkeer 29, 94, 110-112, 124, 146-154, 157, 160, 162-164, 169, 170, 172

Z

- Zeevaart 21, 94, 95, 102-110, 112, 114, 115, 118
Zoneringsplan 193
Zware metalen 47, 120, 122, 127, 131, 137, 139, 143, 175, 184, 185



MIRA-rapporten in 2007

Naast dit MIRA-T 2007 Focusrapport, publiceerde de Vlaamse Milieumaatschappij nog twee andere milieurapporten.

MIRA-T 2007 Indicatorrapport

De evolutie en evaluatie van het Vlaamse milieu, geïllustreerd aan de hand van meer dan 100 indicatoren.



MIRA-BE 2007 Beleids-evaluatierapport

Een overzicht en analyse van het milieubeleids-evaluatieve onderzoek gepubliceerd sinds 2005 en de mate waarin beleidsevaluatie verankerd is in de werking van de milieuoverheid.



Bestellen? Infoloket Vlaamse Milieumaatschappij: tel. 053 726 445 - fax 053 711 078 - e-mail info@vmm.be

Meer informatie over de Vlaamse milieurapportering en de MIRA-publicaties op www.milieurapport.be

Milieurapport Vlaanderen

MIRA-T 2007 Focusrapport

Hoe duurzaam is onze energievoorziening? In welke mate zijn milieuzorgsystemen doorgedrongen bij bedrijven? Wat zijn de milieu-effecten van de internationale lucht- en zeevaart in Vlaanderen? Neemt de geluidshinder door wegverkeer nu toe of af? Hebben we in Vlaanderen water te veel of net te weinig? En is er een oplossing voor het probleem van het radioactieve afval? De elf hoofdstukken van het MIRA-T 2007 Focusrapport geven een kritische analyse van actuele knelpunten of uitdagingen van het milieubeleid.

Het Milieurapport Vlaanderen staat in voor de wetenschappelijke onderbouwing van het milieubeleid in Vlaanderen. Aan het MIRA-T 2007 Focusrapport werkten wetenschappers en deskundigen van verschillende disciplines mee. De teksten zijn kritisch nagelezen door een grote groep van lectoren wat zorgt voor een breed draagvlak van de aangeboden informatie.

Het MIRA-T 2007 Focusrapport richt zich niet alleen tot de beleidsmaker en de milieudeskundige, maar ook tot de geïnteresseerde burger die op zoek is naar kritische en actuele informatie over de toestand van het leefmilieu in Vlaanderen.

Meer feiten en cijfers over de toestand van het leefmilieu in Vlaanderen vindt u in het MIRA-T 2007 Indicatorrapport en op de MIRA-website van de Vlaamse Milieumaatschappij: www.vmm.be/mira of www.milieurapport.be.



lannoo **campus**